



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY**

**A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

**ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ**

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

**AUTOMATICKÁ REŽIE PŘÍMÝCH PŘENOSŮ ZE  
SPORTOVNÍCH AKCÍ**

AUTOMATICALLY-DIRECTED LIVE BROADCASTS OF SPORT EVENTS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Martin Chmelař**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Adam Chromý**

**BRNO 2017**



# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Teleinformatika**

Ústav telekomunikací

**Student:** Martin Chmelař

**ID:** 173660

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2016/17

## NÁZEV TÉMATU:

### Automatická režie přímých přenosů ze sportovních akcí

#### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je vytvořit režijní software, který je schopen na základě doplňkových vstupních dat automaticky (a v reálném čase) rozpoznávat scény, které jsou pro diváka zásadní a upozorňovat na ně režiséra. Software bude schopen pracovat i v plně autonomním režimu, ve kterém bude jednotlivé vstupní kanály i samostatně přepínat. Systém bude sloužit pro automatickou nebo poloautomatickou streamingovou produkci ze sportovních akcí.

Zadání:

1. Seznamte se se standardem NDI a vyberte vhodný software pro generování streamu dle standardu NDI z připojených IP kamer.
2. V jazyce C# realizujte SW modul pro doplňování obrazového streamu informační grafikou (pořadí závodníka v obraze, tabulka s mezičasy ostatních, průběžné výsledky, apod.).
3. V jazyce C# realizujte SW modul generující data pro správnou a vhodně načasovanou informační grafiku. Využijte vstupních dat ze systému sportovní časomíry.
4. Vytvořte SW modul autonomně rozpoznávající zásadní scény na základě dat ze sportovní časomíry. V reálném čase určujte hladinu významnosti dějů na jednotlivých obrazových kanálech. Významnost scény vhodně vizualizujte režisérovi.
5. Realizujte automatické přepínání kanálů dle hladiny významnosti získané v bodě 4.

#### DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] G. McKnight, Live Streaming Manual for Internet Society Chapters. Glenn McKnight, 2014.

[2] J. Follansbee, Hands-on Guide to Streaming Media: An Introduction to Delivering On-demand Media. Taylor & Francis, 2006.

**Termín zadání:** 1.2.2017

**Termín odevzdání:** 8.6.2017

**Vedoucí práce:** Ing. Adam Chromý

**Konzultant:**

**doc. Ing. Jiří Mišurec, CSc.**  
předseda oborové rady

#### UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

## ABSTRAKT

Práce se zabývá vytvořením softwaru pro automatickou režii přímých přenosů ze sportovních akcí. Systém je navržen tak, aby byl schopen získávat data z několika síťových kamer a jejich obraz automaticky doplňovat o informační grafiku pomocí softwarové střížny. Tento software bude sloužit pro produkční studio vytvořené na lokální počítačové síti. Výstup tohoto studia bude vysílán na velkoplošnou obrazovku a do sítě internet.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Přímý přenos, Automatizace, Orientační běh, Jazyk C#, Živá produkce, Počítačová síť, NDI

## ABSTRACT

This thesis deals with creating a software, that directs live broadcast of sport events automatically. This system is designed to work with a series of IP cameras, adding some context graphics through videoproduction software. The result of this thesis will be generating outputs for media server on the Internet and big-screen television. The new software will be used for local network production studio.

## KEYWORDS

Live broadcasting, Automatization, Orienteering, C Sharp, Live production, Computer network, NDI

CHMELÁŘ, Martin *Automatická režie přímých přenosů ze sportovních akcí*: bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2017. 58 s. Vedoucí práce byl Ing. Adam Chromý,

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Automatická režie přímých přenosů ze sportovních akcí“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno .....

.....

podpis autora(-ky)

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Adamu Chromému za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno .....

.....

podpis autora(-ky)

# OBSAH

<b>Úvod</b>	<b>9</b>
<b>1 Teoretická část</b>	<b>10</b>
1.1 Orientační běh . . . . .	10
1.2 Komentátor . . . . .	11
1.2.1 Konzultace s komentátory . . . . .	11
1.3 Software pro zpracování závodu . . . . .	13
1.3.1 OB2000 . . . . .	13
1.3.2 OE2010 . . . . .	13
1.3.3 OORG . . . . .	14
1.3.4 Výběr softwaru . . . . .	15
1.4 Hardware pro zpracování závodu . . . . .	16
1.4.1 SPORTident . . . . .	16
1.4.2 RACOM . . . . .	18
1.4.3 GPS Tracking . . . . .	19
1.4.4 Zálohování . . . . .	20
1.5 Přímý přenos . . . . .	21
1.5.1 Produkční studio . . . . .	21
1.5.2 Vstupní signály a zařízení . . . . .	24
1.5.3 Distribuce výstupu . . . . .	26
1.5.4 NDI . . . . .	30
<b>2 Praktická část</b>	<b>32</b>
2.1 Platforma .NET . . . . .	32
2.2 Jazyk C# . . . . .	32
2.2.1 WPF . . . . .	33
2.3 Program pro automatickou režii . . . . .	34
2.3.1 Výměna dat . . . . .	35
2.3.2 Informační grafika . . . . .	37
2.3.3 Uživatelské rozhraní . . . . .	41
2.3.4 Práce se vstupními daty . . . . .	44
2.3.5 Prioritizační algoritmus . . . . .	47
2.3.6 Shrnutí praktické části . . . . .	51
<b>3 Závěr</b>	<b>52</b>
<b>Literatura</b>	<b>53</b>

Seznam symbolů, veličin a zkratk	55
Seznam příloh	57
A Obsah přiloženého CD	58

# SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Část mapy pro orientační běh . . . . .	10
1.2	Použití OB2000 na lokální síti . . . . .	14
1.3	Grafické rozhraní programu OB2000 . . . . .	15
1.4	Aktivní RFID čipy značky SPORTident, převzato z [7] . . . . .	16
1.5	Jednotka SPORTident, převzato z [7] . . . . .	18
1.6	Princip funkce technologie RACOM . . . . .	19
1.7	Ukázka GPS Trackingu . . . . .	20
1.8	Rozdělení na síť časomíry a studiovou síť . . . . .	22
1.9	Grafické rozhraní střičny vMix . . . . .	23
1.10	Virtuální studio . . . . .	25
1.11	Zobrazení výstupu střičny v programu VLC media player . . . . .	28
1.12	Nastavení zpracování výstupu střičny v programu VLC media player . . . . .	29
1.13	Stavy NDI . . . . .	31
2.1	Umístění CLR v překladovém algoritmu . . . . .	32
2.2	Umístění programu GPSReady . . . . .	34
2.3	Vývojový diagram spuštění programu . . . . .	35
2.4	Vývojový diagram samoobsluhy OB2000 . . . . .	36
2.5	Příklad grafiky titulků . . . . .	38
2.6	Konkrétní použití jednoduchých titulků . . . . .	39
2.7	Konkrétní použití titulků s více řádky . . . . .	40
2.8	Konkrétní použití poloprůhledné šablony . . . . .	40
2.9	Nastavení priorit . . . . .	42
2.10	Příklad XAML nastavení . . . . .	43
2.11	GUI programu při nastavení všech vstupů . . . . .	44
2.12	Algoritmus vyvážení formuláře pro přiřazování vstupů . . . . .	45
2.13	Vývojový diagram prioritizačního algoritmu . . . . .	50



# SEZNAM TABULEK

1.1	Používání software pro zpracování závodu . . . . .	13
1.2	Licence OE2010 . . . . .	14
1.3	Licence OORG . . . . .	15
1.4	HW požadavky střížny vMix . . . . .	23
2.1	Hodnoty priorit . . . . .	47
2.2	Příklad přepínání s dočasnou prioritou pro různé kontrolní kódy . . .	48
2.3	Příklad přepínání s víceřádkovými titulky . . . . .	49
2.4	Příklad přepínání bez víceřádkových titulků . . . . .	49

# ÚVOD

Sport a především sportovní akce jsou zajímavé jak pro závodníky, tak pro diváky. Některé typy sportů jsou však mezi diváky více populární než ostatní, což může být způsobeno efektivní medializací. Individuální decentralizovaný sport je obecně náročnější pro medializaci, než sport hraný na stadionu především kvůli vysokým nárokům na mobilitu záznamových zařízení. Díky efektivní medializaci je možné přiblížit sport divákům a tím lze dosáhnout rozvoje sportu. Hlavním cílem by mělo být rozšíření členské základny a zvýšení spolupráce se sponzory, v neposlední řadě také prohloubení spolupráce s partnery a sponzory celého sportovního svazu.

Pro individuální traťové sporty je používán tzv. hromadný nebo intervalový start. Hromadný je pro diváka atraktivnější, protože vidí závodníky mezi sebou reálně soupeřit. Tento typ startování ale může znehodnocovat vlastní sport pro sportovce a proto je nutno hledat cesty ke kvalitní medializaci disciplín s intervalovým startem. Intervalový start je založen na postupném startování závodníků v určitém intervalu. Je tedy menší pravděpodobnost jejich spolupráce, což je u některých sportů velmi žádoucí.

Pro tuto práci jsem si vybral orientační běh, což je individuální sport pořádaný v přírodě nebo ve městě. Diváci v tomto sportu bohužel nevidí soutěžící po dobu trvání závodu. Diváci mohou vidět sportovce pouze na povinných úsecích vedoucích cílovou arénou, ale taková situace je těžko přehledná.

Pro větší a kvalitnější rozvoj tohoto sportu je potřeba přiblížit jej populaci. Mezinárodní a některé národní akce již dnes přenáší veřejnoprávní televize, náklady pro tento typ sportu jsou však hodně vysoké. Tato práce si dává za cíl připravit řešení pro podstatné snížení nákladů na medializaci individuálních traťových sportů. Problematika přímého přenosu je poměrně rozsáhlá, v této práci se však budu věnovat automatické režii přenosu.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Orientační běh

Orientační běh je relativně mladé, dynamické sportovní odvětví, které vychází z jedné z prvotních podmínek přežití člověka, orientovat se v neznámém terénu. Navazuje na dávné objevitele, kteří s nepřesnými mapami a kompasem dokázali prozkoumat celý svět. Na rozdíl od nich orientační běžci používají podrobné přesné mapy a buzolu.

Orientační běh můžeme charakterizovat jako sportovní odvětví, kdy se snažíme za pomoci mapy a buzoly proběhnout co nejrychleji trať danou kontrolami zakreslenými v mapě, které musíme v přesně stanoveném pořadí označit. Pro orientační běh je charakteristické, že se pohybujeme v neznámém terénu. Všechny podstatné informace, pomocí kterých volíme svůj postup, bychom měli vyčíst z mapy. Čím přesnější je mapa, tím lépe můžeme volit svůj postup v terénu. [1] Dnes se orientačnímu běhu věnuje celosvětově zhruba jeden milion lidí a registrovaných závodníků je kolem 350 tisíc. [2]



Obr. 1.1: Část mapy pro orientační běh

## 1.2 Komentátor

Komentátor je člověk, který má za úkol informovat diváky o průběhu akce poutavým způsobem. Pro návrh konceptu přímého přenosu a režie je komentátor klíčový, jelikož má nejvíce zkušeností s předáváním důležitých informací zajímavým a poutavým způsobem.

Pro optimalizaci obsahu přímého přenosu byli vybráni nejuznávanější komentátoři České republiky a světa pro orientační běh:

### 1.2.1 Konzultace s komentátory

1. David Aleš (CZ)
2. Per Forsberg (SWE)

**Komentátorům byly pokládány následující otázky:**

1. Podle čeho se rozhodujete při kolizi zajímavých výsledků?
2. Co se nejvíce osvědčilo k vyplňování „hluchých míst“ při závodě?
3. Jak (nebo jestli vůbec) měříte zpětnou vazbu od diváků?
4. Jak si představujete ideální průběh závodu?
5. Podle čeho vybíráte favority závodu?
6. Komentujete podle velkoplošné obrazovky, když je ze závodu televizní přenos?  
Resp. Čemu dáváte větší přednost: Velkoplošná televize, program pro komentátora, dění v aréně nebo kombinace předešlých?

**Odpovědi komentátorů na první otázku:**

*David Aleš:* „Prioritně hlásím závodníky, které mohou diváci vidět na povinném úseku z poslední kontroly do cíle. Obecně se řídím pravidlem, že závodníci určité kategorie aktuálně umístění do 6 na povinném úseku mají větší informační hodnotu než závodníci běžící v lese do 6. místa.“

*Per Forsberg:* „Snažím se vybrat ten nejzajímavější moment. Není to vždy jednoduché, ale myslím, že mám pro to dobrý cit.“

**Odpovědi komentátorů na druhou otázku:**

*David Aleš:* „Co se týká hluchých míst kdy se nic podstatného neděje, rekapituluji výsledky a prezentuji aktuální pozici závodníků, kterou vidím přes GPS.“

*Per Forsberg:* „Když se neděje nic zajímavého, je vždy dobré shrnout dosavadní průběh závodu. Vlastně to dělám velmi často. Je důležité dát divákům šanci následovat mě. Snažím se také říci něco o historii a dalších zajímavých faktech spojených s místem konání závodů.“

### **Odpovědi komentátorů na třetí otázku:**

*David Aleš:* „Zpětnou vazbu aktivně nevyhledávám. Nejlepší zpětnou vazbu jsem měl z Mistrovství Evropy 2016 v Jeseníku.“

*Per Forsberg:* „Ne, jen ve velmi vzácných případech dostávám zpětnou vazbu. Samozřejmě dostávám nějakou zpětnou vazbu od závodníků a trenérů, ale nikdy jsem nedostal profesionální zpětnou vazbu na komentování.“

### **Odpovědi komentátorů na čtvrtou otázku:**

*David Aleš:* „Ideální je, když jsou závodníci v karanténě a divákům můžeme ukazovat volby jejich postupů na online GPS trackingu. Bylo by také dobré ukázat profily favorizovaných závodníků před startem.“

*Per Forsberg:* „Mám velmi rád, když na začátku závodu proběhne závodník ve velmi dobrém čase a zbytek startovního pole tak má nasazenou vysokou latku. To je ale poslední dobou docela vzácnost, protože nejlepší běžci většinou startují na konci startovního pole.“

### **Odpovědi komentátorů na pátou otázku:**

*David Aleš:* „Favority vybírám především jejich výsledků v poslední době. Vytipováním favoritů se také před každým federálním závodem se zabývá web <http://beda.lpu.cz> a pro mezinárodní akce je to web <http://worldofb.com>.“

*Per Forsberg:* „Těžím především ze zkušeností. Tímto sportem žiji a snažím se aktualizovat všechny informace ohledně toho co se děje.“

### **Odpovědi komentátorů na šestou otázku:**

*David Aleš:* „Komentuji hlavně podle aktuálních dat z programu pro komentátora. Když je na závodě i velkoplošná obrazovka a televizní přenos, komentuji částečně i podle toho.“

*Per Forsberg:* „To záleží.. Když komentuji mistrovství světa, kde je vždy velkoplošná obrazovka, tak musím komentovat ruku v ruce s děním na velkoplošné televizi, protože všichni diváci ji sledují. Ale také hodně používám software pro komentátora. Takže je to vlastně kombinace obou abych byl schopný podat správné a vzrušující informace. Všechno je to o tom být důvěryhodný a dobře působící mluvčí.“

*Poznámka: Odpovědi Pera Forsberga byly přeloženy z anglického jazyka*

## 1.3 Software pro zpracování závodu

V České republice jsou používána pro zpracování závodů v orientačním běhu především tato softwarová řešení: OB2000, OE2010 a OORG. Všechna tato řešení se vyznačují širokým spektrem funkcí ke zpracování závodu, avšak liší se ovladatelností, rozšiřitelností a v neposlední řadě i cenou.

Tab. 1.1: Používání software pro zpracování závodu

Rok	Vstupní formáty			
	IOF	OB2000	OORG	Celkem
2013	39	60	36	140
2014	91	94	67	260
2015	101	111	58	286
2016	142	94	42	291
Celkem	373	359	203	977

Data v tabulce pochází z databáze informačního systému ORIS ze dne 25. listopadu 2016.[3] Vstupní formát IOF používá software OE2010 a Quickevent, proto nelze přesně určit četnost využití těchto dvou softwarů.

### 1.3.1 OB2000

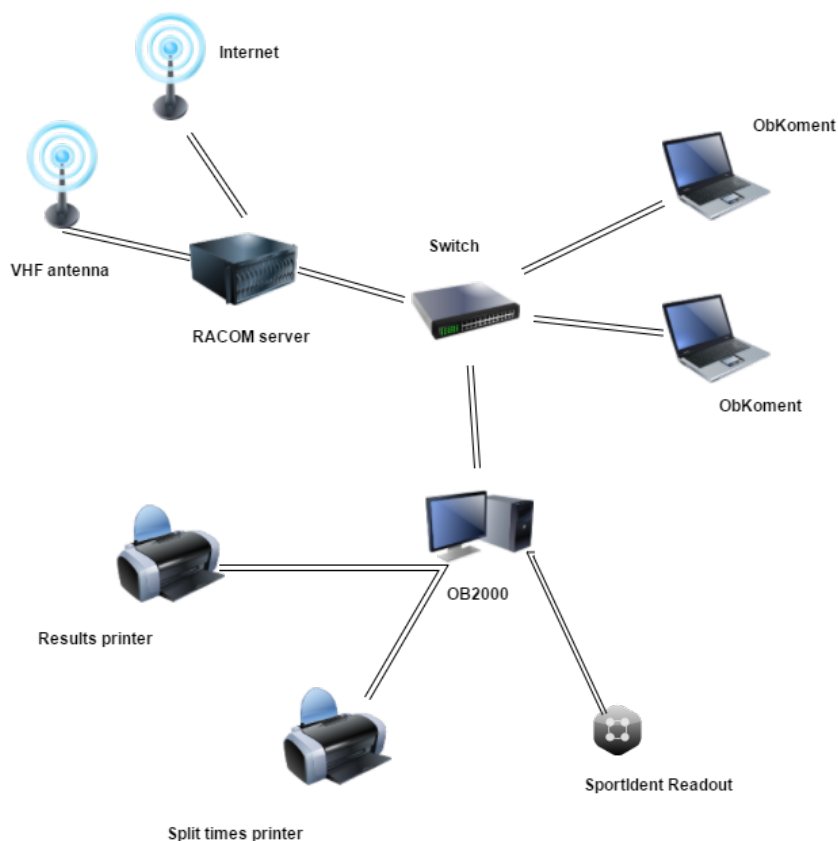
Software OB2000 je vyvíjen od roku 2001 českým vývojářem Miroslavem Chmelařem. Užívání tohoto softwaru je zdarma a jeho součástí jsou tyto programy dostupné v českém a anglickém jazyce:

- OB2000,
- ObKoment,
- ObReadSI.

Program OB2000 běží na systému MS-DOS (lze jej používat na 32bitovém OS Windows), přičemž má velmi nízké HW požadavky. Program ObKoment je program pro komentátora fungující na všech verzích OS Windows, čerpající data z OB2000 a ze serveru RACOM. Program ObReadSI slouží ke čtení závodnických karet systému SPORTident. Novým modulem softwaru je Samoobsluha, který slouží pro zjednodušení interakce účastníků závodu a pořadatelem. Všechny programy mohou běžet jak na jednom PC, tak na rozsáhlé síti. [4]

### 1.3.2 OE2010

OE2010 vyvinula německá společnost SportSoftware pod vedením Stephana Krämera. Ceny licencí tohoto softwaru začínají na 133 EUR. Software není však plně



Obr. 1.2: Použití OB2000 na lokální síti

lokalizován do českého jazyka. Výhoda tohoto softwaru je podpora na 64bitovém OS Windows. Licence softwaru jsou odstupňované podle počtu soutěžících, čtení závodnických karet a přítomnosti programu pro komentátora. [5]

Tab. 1.2: Licence OE2010

Verze	Funkce	cena
OE2010 Std.	max. 150 závodníků	133,10 EUR
OE2010 Std. Large	max. 500 závodníků	254,10 EUR
OE2010 Pro	max. 1000 závodníků, komentátor, čtení karet	405,35 EUR
OE2010 Pro Large	nad 1000 závodníků, komentátor, čtení karet	556,60 EUR

OE2010 (respektive jeho speciální verze) je používán na největších světových akcích jako je 25-Manna, Tiomila a mnoho dalších.

### 1.3.3 OORG

OORG je vyvíjen českým vývojářem Zbyňkem Černínem. Poprvé byl použit v roce 1996 na závodu Park World Tour v Praze. Během let 2005–2008 byl používán

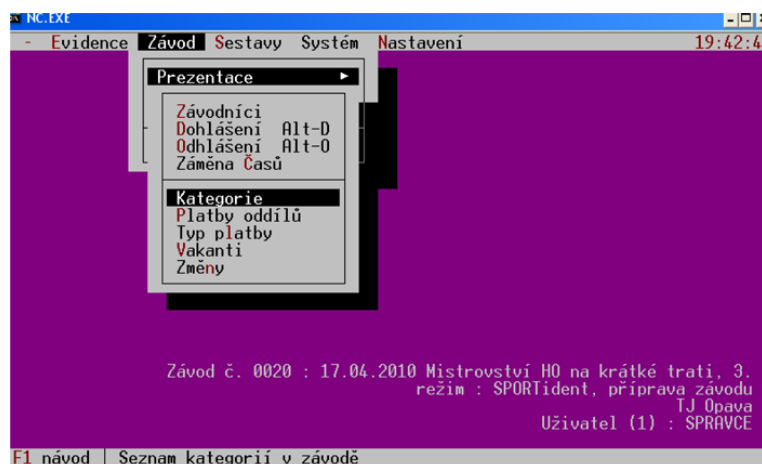
pro další významné akce jako Akademické mistrovství světa 2006. V této době však nebylo zvykem vysílat přímé přenosy z akcí v orientačním běhu. [6]

Tab. 1.3: Licence OORG

Verze	Funkce	cena
Basic	čtení závodních karet	160 EUR
Standard	čtení závodních karet, štafetový závod	240 EUR
Professional	čtení závodních karet, štafetový závod, komentátor	320 EUR

### 1.3.4 Výběr softwaru

Pro tuto práci byl vybrán software OB2000, protože má nejdostupnější podporu výrobce. Tento software byl použit na nejvýznamnějších světových akcích a na většině závodů, ze kterých byl přenášěn přímý televizní přenos v České republice. Nevýhodou tohoto řešení je hlavní program běžící pouze na 32bitovém systému. V praxi je tohle řešeno používáním PC s 32bitovým systémem Windows nebo virtualizací.



Obr. 1.3: Grafické rozhraní programu OB2000



## 1.4 Hardware pro zpracování závodu

Pro zpracování závodu v orientačním běhu i jiných sportech v přírodě je zapotřebí výpočetní, telekomunikační a speciální technika. Samozřejmostí jsou počítače a notebooky, síťové prvky (přepínače, směrovače), tiskárny, obrazovky, časoměrná a další technika. Tato kapitola se věnuje především speciálnímu hardwaru.

### 1.4.1 SPORTident

SPORTident je značka elektronické časomíry pro orientační běh a outdoorové sportovní aktivity. Každý závodník je vybaven RFID (Radio Frequency Identification) čipem nebo čipovou kartou a na kontrolních stanovištích se označí průchod přiložením čipu nebo karty ke kontrolní jednotce. Při úspěšném zapsání dat do čipu jednotka zabliká a vydá zvuk. V cíli je závodníkovi změřen čas a je zaznamenán do počítače. Zároveň je zkontrolováno, zda závodník prošel všechna předepsaná stanoviště ve správném pořadí.

**Čipy od firmy SPORTident** jsou vyráběny pro použití v pasivním módu nebo s možností pasivního i aktivního módu. Do nejstarších čipů (verze 5) může být zaznamenáno 39 záznamů z kontrolních jednotek, do čipů nejnovější verze (verze 11) to může být až 128 záznamů. Čip SIAC (SPORTident ActiveCard) má také kapacitu 128 záznamů a jde s ním označit průchod kontrolní jednotkou na vzdálenost až 3 metrů při maximální rychlosti 40 km/h.

Každý závodník je před svým vystartováním povinen vymazat stará data z čipu, což je mu umožněno těsně před jeho vystartováním. V orientačním běhu mají závodníci v čipových kartách zhruba 30 záznamů. [7]



Obr. 1.4: Aktivní RFID čipy značky SPORTident, převzato z [7]

**Kontrolní jednotky SPORTident** mohou být nastaveny do několika módů, lze také nastavit jejich číselný kód a synchronizovat jejich čas. Nejčastěji jsou nastaveny do módu „Control“, který zaznamená kód jednotky a aktuální čas do čipu při průchodu kontrolním stanovištěm. Dalšími módy jsou „Clear, Check, Start, Finish, Readout“.

- Mód „**Control**“ zapíše nejprve data čipu do kontrolní jednotky a poté aktuální čas a kód jednotky do čipu.
- Mód „**Clear**“ vymaže data o záznamech z jednotek z čipu. Jelikož paměť čipu má omezenou kapacitu, je potřeba vymazat data před každým závodem. Mazání trvá 7 sekund u nejstarší verze čipů a do jedné sekundy u nejnovější verze.
- Mód „**Check**“ provádí kontrolu vymazání dat. Jestliže nemá závodník dostatek místa v čipu, nejsou mu zapsána data z kontrolní jednotky a za to je automaticky diskvalifikován. Smyslem jednotky v módu „Check“ je tedy ověření dostateku paměti.
- Mód „**Start, Finish**“ – jednotky pracující v těchto módech označují startovní a cílový čas závodníka.
- Mód „**Readout**“ slouží k přenosu dat z čipu do počítače. Tyto jednotky jsou připojeny do počítače přes port RS232 nebo USB port. Přenosová rychlost je 4800 Baudů nebo 38400 Baudů. Maximální doba čtení trvá 7 sekund.

Po úspěšném provedení cyklu každé jednotky vydá jednotka světelný a zvukový signál. Speciální jednotkou je „**TimeMaster**“, což je jednotka určená pro synchronizaci času ostatních jednotek. Nejprve se nastaví čas této hlavní jednotky z počítače a poté tato jednotka distribuuje aktuální čas ostatním jednotkám. Jelikož se čas kontrolních jednotek po několika dnech může lišit, je tento proces nezbytné dělat před každým závodem. Veškeré nastavení je možné změnit přes konfigurační software počítače, ke kterému je připojena programovací jednotka a k ní přiložená programovaná jednotka. Jednotky lze pořídit také s vysílačem SRR (short range radio) pracujícím v bezlicenčním pásmu 2,4 GHz, pomocí kterého je lze spojit s vysílací stanicí RACOM nebo s počítačem pomocí USB dongle.

Jednotky mohou pracovat také v aktivním módu a podporovat tak výměnu informací s čipy na vzdálenost až do tří metrů, v pasivním módu lze provést tuto výměnu vložením čipu do otvoru kontrolní jednotky. Jednotky jsou napájeny lithiovou baterií, která by měla stačit na 3 až 5 let provozu . [7]



Obr. 1.5: Jednotka SPORTident, převzato z [7]

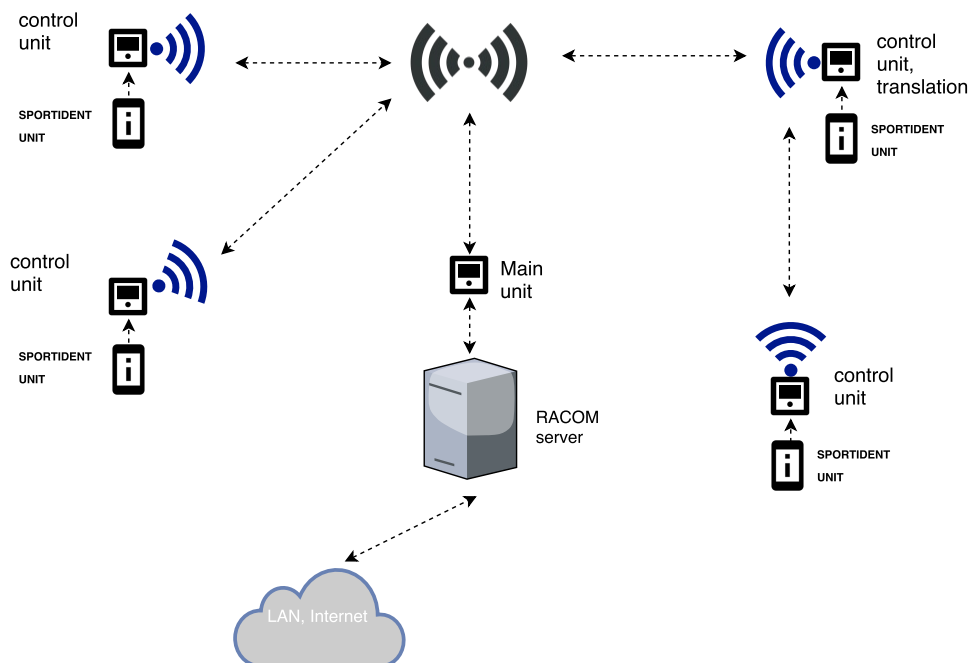
### 1.4.2 RACOM

Pro přenos informací ze závodního prostoru v reálném čase vyvinula firma RACOM technologii založenou na rádiovém přenosu. Technologie pracuje v pásmu VKV (velmi krátké vlny) na frekvenci vlastněnou firmou RACOM a je tedy vhodná pro použití v téměř jakémkoli prostoru. Díky statickému směřování je možné nastavovat translace, což je často potřeba zejména v oblastech s hornatým terénem. Proces přenosu a zpracování informací zajišťuje vysílací stanice, hlavní přijímací stanice a server.

**Vysílací stanice** slouží k odesílání dat z jednotky SPORTident do hlavní stanice. Jelikož ve většině případů jsou stanice umístěny v prostoru, jsou napájeny z akumulátoru. Doba provozu na 1 nabití je 9 hodin a vysílacích stanic je zpravidla více.

**Hlavní přijímací stanice** přijímá data ze všech vysílacích stanic a tato data předává serveru. Tato stanice umožňuje monitorování stavu baterie, monitorování stavu signálu, zobrazení statistiky přenosů portů a rádiového spojení a také nastavování translací.

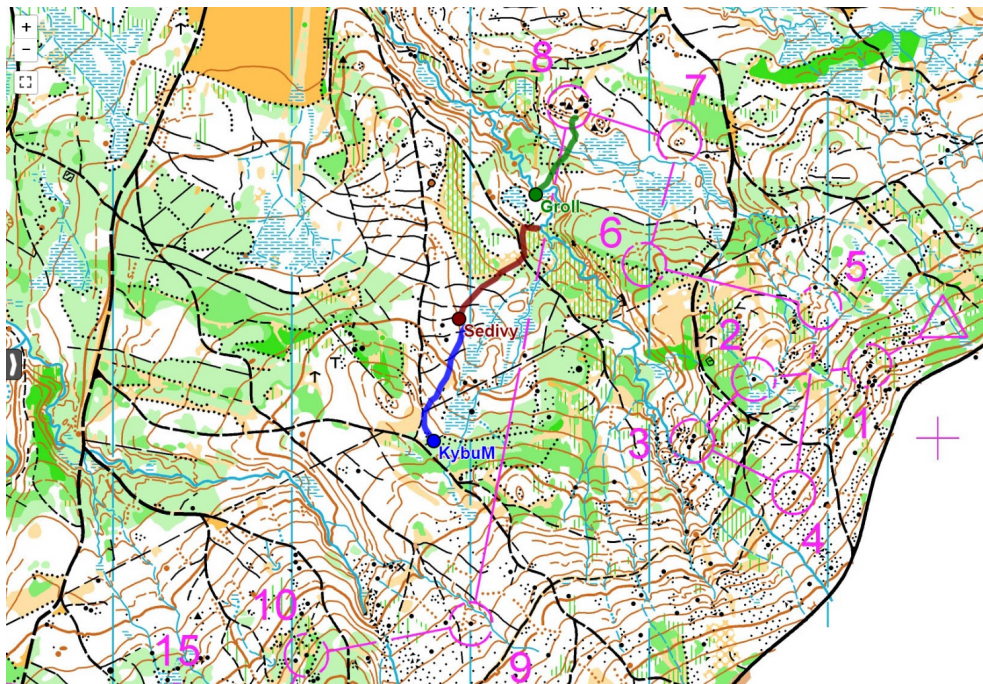
**Server** běží na speciálně upravené distribuci Linuxu firmou RACOM. Nastavování všech stanic, směřování a také monitorování provozu je možné přes terminálové rozhraní serveru. Výstup serveru pro další zpracování je realizován textovým souborem a přes webové divácké rozhraní. Textový soubor slouží pro další zpracování programy OB2000, OORG a OE2010. [8]



Obr. 1.6: Princip funkce technologie RACOM

### 1.4.3 GPS Tracking

GPS Tracking je technologie používaná pro sledování a zaznamenávání pohybu závodníků na mapě. Slouží jak pro medializaci, tak i pro rozvoj samotných závodníků. Celý systém funguje tak, že každý závodník sledované elitní kategorie má na zádech ve vestě GPS/GPRS lokátor, který v krátkých časových intervalech (2 až 6 sekund) zaznamenává GPS polohu a odesílá ji přes GPRS na administrativní server. Před začátkem závodu je potřeba přiřadit ke každému lokátoru jméno běžce a prověřit dostupnost mobilního operátora v prostoru konání závodu. Webové rozhraní je poměrně propracované a lze přes něj pozorovat běžce v reálném čase i ze záznamu. Samozřejmostí je také výběr určitých běžců, zvýraznění a délka jejich běžeckých voleb a mnoho dalších funkcí. Systém běží nezávisle na systému RACOM a SPORT-ident. V ČSOS (Český svaz orientačních sportů) je používám finský systém Seuranta (<http://www.tulospalvelu.fi/gps/>). [9]



Obr. 1.7: Ukázka GPS Trackingu

#### 1.4.4 Zálohování

K zabezpečení zpracování celého závodu je zapotřebí kvalitní a spolehlivá technika schopná provozu i v náročnějších podmínkách jako je vítr, déšť a chlad. Pořadatel tedy musí být velmi obezřetný k zálohování dat, síťových spojů, rozvodů elektrické energie a časomíry. Pro zálohu dat se doporučuje druhý počítač, do kterého se průběžně kopírují data a v případě poruchy stačí jen přenastavit mód a připojit čtecí jednotku závodních karet. Záloha síťových spojů je realizována redundantními spoji, zpravidla jiné technologie (Ethernet, WiFi).

Při výpadku elektrické energie musí být i nadále zajištěna funkčnost počítačové sítě, je tedy nutné použít zdroj nepřerušovaného napájení UPS (Uninterruptible Power Source), případně záložním generátorem elektrické energie.

Pro zálohu časomíry se používá speciální záložní jednotka SPORTident, která je synchronizována s časem startérů a cílová kamera se synchronizovaným časem. Všechna zařízení by měla mít přepětovou ochranu.

## 1.5 Přímý přenos

Přímý přenos můžeme definovat jako: „produkt rozhlasového a televizního vysílání založený na technické schopnosti elektronických médií simultánně snímat a dálkově přenášet zvukové a audiovizuální informace o aktuální události, kterou může sledovat libovolný počet příjemců v časovém souběhu s vývojem události. Umožňuje posluchačům a divákům, aby se stali bezprostředními účastníky a očitými svědky důležitého společenského, kulturního a sportovního dění, a to v okamžiku jeho průběhu nebo později ze záznamu.“[10]

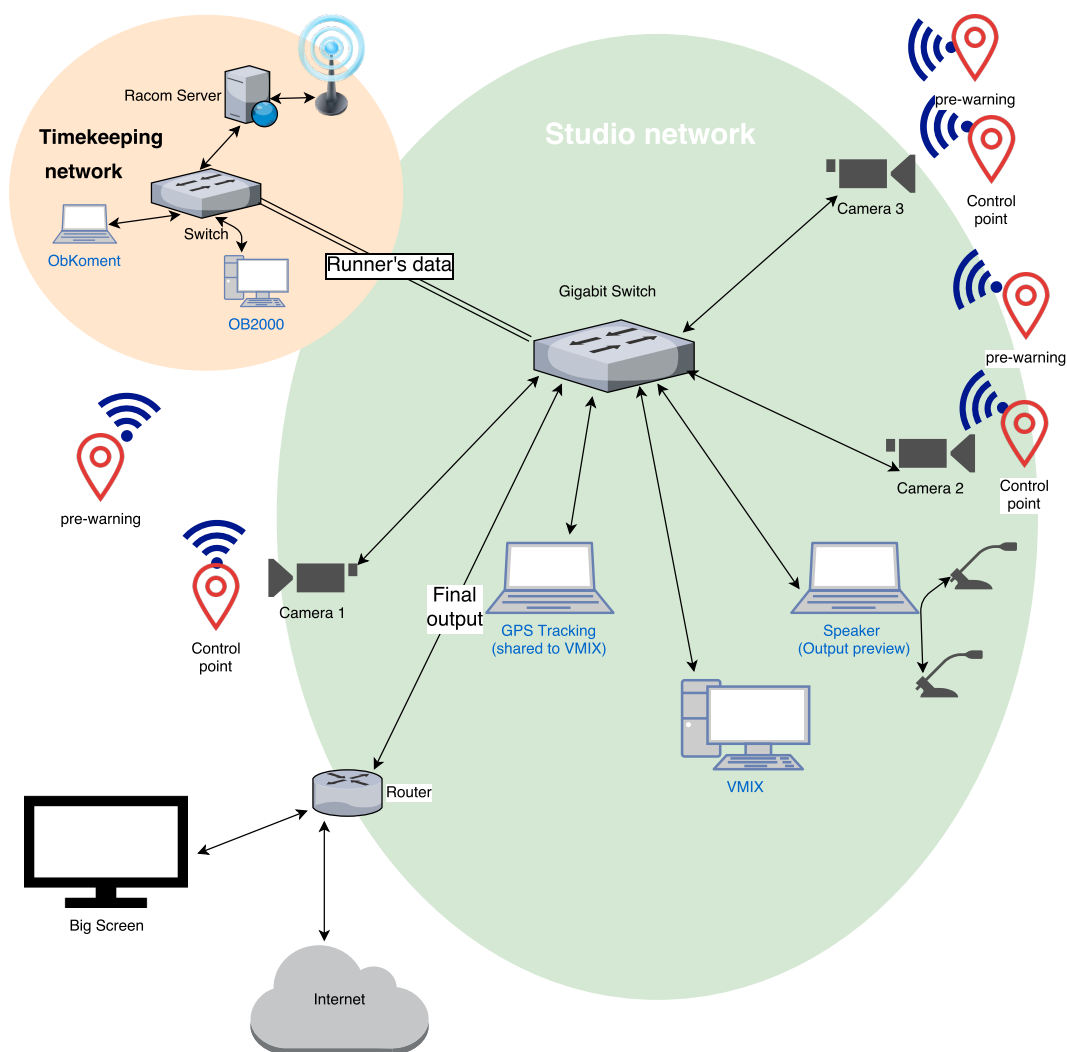
Přímý přenos dnes můžeme sledovat v rámci televizního vysílání nebo online přes internet. Vysílání přes internet se rozrostlo s levnější a dostupnější technikou a rychlejšímu připojení k internetu. Velikou oblíbenost získalo především mezi lidmi toužícími hovořit a sdílet myšlenky s kolegy odkudkoliv na světě. V dnešní době lze začít vysílat přes internet s minimálními náklady. [11]

Výstup produkce v rámci této práce bude optimalizován pro internetové vysílání přes službu YouTube pomocí protokolu RTMP (Real-Time Messaging Protocol). Mezi další alternativy služeb pro internetové vysílání patří Wowza Media Systems a Livestream. Další alternativou je provozovat vlastní media server.

### 1.5.1 Produkční studio

Produkční studio přímých přenosů je navrženo tak, aby mohlo být realizováno na osobních počítačích a lokální počítačové síti. Samozřejmostí musí být i mobilita celého studia, jelikož sportovní akce jsou pokaždé na jiném místě, zpravidla ve volné přírodě pouze s improvizovaným zázemím (stany, generátory elektřiny, bezdrátové internetové připojení).

Dalšími požadavky na studio jsou vstupní a výstupní data. Vstupní tok videa může být realizován pomocí technologie SDI (Serial digital interface), streamovacího protokolu RTSP (Real Time Streaming Protocol), protokolu NDI (Network Device Interface), snímání plochy jiného počítače, textových dat, animací, traileru a případné reklam. Dále je zapotřebí zvukových vstupů. Především vstup od komentátora přenosu a také ze závodní trati. Pro tyto požadavky bude zapotřebí softwarová strážna, nejméně 2 osobní počítače a lokální počítačová síť s možností přístupu na internet. Požadavky na internetové připojení jsou: stabilita připojení, nízká odezva a dostatečná přenosová rychlost. [12]



Obr. 1.8: Rozdělení na síť časomíry a studiovou síť

### Softwarová střižna vMix

Střižna společnosti vMix Media Inc. je určena pro profesionální živou produkci sportovních přenosů, koncertů, turnajů ve videohrách a v neposlední řadě pro online meetingy a vzdělávání. Mezi největší přednosti střižny patří renderování videa ve 4K pro streaming, plnohodnotná podpora práce s protokolem NDI a webové rozhraní s API (Application Programming Interface). Samozřejmostí je práce s vrstvami, zvukové vstupy, záznam plochy nebo okna počítače, přechodové efekty, nahrávání, virtuální studia a mnoho dalšího. Pro optimální výkon je doporučeno používat střižnu na výkonném počítači a při co nejmenším počtu dalších spuštěných aplikací. [13]

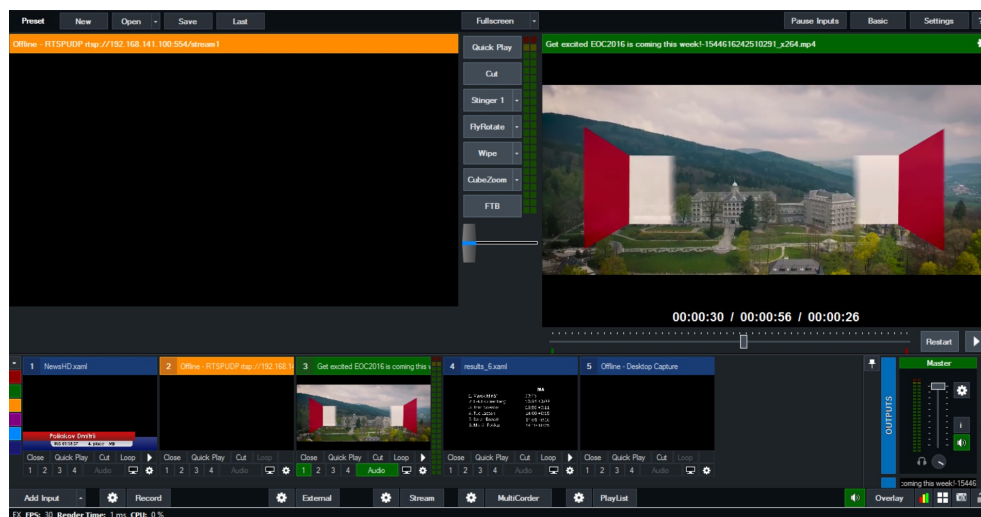


Tab. 1.4: HW požadavky střížny vMix

	Minimum	Doporučeno
<b>Operační systém</b>	Windows 7 or higher	Windows 10
<b>Procesor</b>	2 Ghz dvoujádrový Procesor	Intel Core i7 Procesor
<b>Paměť</b>	1 GB DDR2	8 GB DDR3
<b>Pevný disk</b>	7200 RPM Pevný disk	SSD
<b>Grafická karta</b>	Kompatibilní s DirectX 10	nVidia 1 GB
<b>Rozlišení obrazovky</b>	1280x720	1920x1080

Součástí střížny vMix je software pro návrh vlastní grafiky titulků (vMix title designer), čtení příspěvků ze sociálních sítí (vMix social) a zachytávání plochy počítače (vMix Desktop Capture). Licenční poplatek se odvíjí od požadovaných funkcí střížny, od verze zdarma až po 1200 USD.

Ve verzích 4K a PRO lze přes HTTP požadavky lze řídit celou střížnu, což je velmi důležitá vlastnost pro automatickou režii.



Obr. 1.9: Grafické rozhraní střížny vMix

## Ostatní softwarové střížny

Mezi další softwarové střížny patří Wirecast Studio (<http://www.telestream.net/wirecast/overview.htm>), Studio 4 společnosti Livestream (<https://livestream.com/studio>), Ustream z dílny IBM (<http://www.ustream.tv/>) a TriCaster společnosti NewTek (<http://www.newtek.com/>), dále také opensource řešení OBS Studio (<https://obsproject.com/>). Požadavku na podporu protokolu NDI a API nejvíce vyhovuje střížna vMix.



## 1.5.2 Vstupní signály a zařízení

### Kamery

Do softwarové střížny vMix lze připojit tři druhy kamer – webkamery, IP kamery a profesionální kamery. Každý typ je určen pro jiné využití a proto mají různé požadavky na kvalitu obrazu a fyzická rozhraní pro přenos dat.

**Webkamery** jsou typicky propojené s počítačem přes USB port. Jsou běžně využity pro videokomunikaci a nahrávání videí do počítače. Další možné použití je jako bezpečnostní kamera nebo také sledování dopravní situace. Díky nízké ceně je tento typ kamer nejrozšířenější mezi veřejností, kvalita výstupního obrazu však nemusí dostačovat pro účely profesionálního zpracování.

**IP kamery** využívají pro přenos dat internetový protokol a pevné nebo bezdrátové připojení do počítačové sítě. Stejně jako jiná síťová zařízení musí mít pro přístup přidělenou IP adresu. Nejčastěji jsou využívány jako bezpečnostní a monitorovací kamery. Mohou také podporovat funkci PTZ (pan-tilt-zoom), díky které mohou být dálkově nastavovány ve vertikální a horizontální rovině a také přibližovány. Nejčastěji vysílají data přes protokol RTSP a RTP, postupně se však začíná objevovat i podpora standardu NDI (viz 1.5.4).

**Profesionální kamery** Profesionální kamery nabízejí nejvíce funkcí a nejširší možnosti nastavení ze všech typů kamer. Pro nejlepší kvalitu obrazu je důležité rozlišení snímače, světelnost objektivu, snímková frekvence a zoom (přiblížení). Profesionální kamery mají tyto parametry na vysoké úrovni, čemuž odpovídá i pořizovací cena. Propojení s počítačem je možné pomocí HDMI kabelu přes stříhovou kartu (například *Blackmagic Design Intensity*). Stříhová karta musí být použita z důvodu převodu HDMI signálu na dále zpracovatelný signál. [17]

### Zachytávání pracovní plochy

Zachytávání pracovní plochy je možné provést více způsoby. Jedním z těchto způsobů je využít program VLC media player, který má funkci zachytávání zařízení a vysílání (viz 1.5.3). Dalším způsobem je využít software, který je součástí softwarové střížny, například vMix Desktop Capture. V tomto softwaru lze nastavit také snímání určitého okna, nejen celé plochy.

## Virtuální studio

Pod tímto pojmem si lze představit nástroj, který simuluje fyzické televizní studio. Klíčová vlastnost virtuálního studia je pohyb kamery v 3D prostoru studia a možnost přiblížení. Do virtuálního studia lze vložit moderátora, který však bude snímán reálnou kamerou před plátnem s monotónní barvou – tzv. greenscreen. Tato barva je v softwarové střižně nastavena jako průhledná a obraz moderátora je zakomponován do virtuálního studia.



Obr. 1.10: Virtuální studio

## Audiovstupy

Některé kamery mají integrovaný mikrofón, který může sloužit také jako audiovstup. Další možností audiovstupu je konektor zvukové karty a také zvukové proudové vysílání (přes protokol RTP nebo RTSP).

## Playlist

Některé softwarové střižny podporují přehrávání podle playlistu – seznamu skladeb a klipů. Seznam může být uložen ve formátu M3U nebo vytvořen přímo v softwarové střižně.

### 1.5.3 Distribuce výstupu

Jak již bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, výstup produkce bude směřovat na RTMP server, dalším výstupem může být například velkoplošná obrazovka a streaming v lokální síti. Aktuálně jsou dostupné tři typy služeb pro streaming – sociální síte, profesionální streamingové služby a vlastní server. Největší internetové společnosti jako Google a Facebook se rozhodly masivně podporovat živá vysílání, protože se stává čím dál běžnější a populárnější věcí. V dnešní době stačí každému ke streamování smartphone s aplikací pro streaming a internetové připojení.

#### Facebook

Sociální síť Facebook zahájila provoz vlastní služby pro živá vysílání v dubnu roku 2016. Pro vysílání stačí uživateli mobilní aplikace nebo webkamera. Samozřejmostí je využití dalších kodérů pro vysílání. Uživatel má možnost vysílat na vlastní profil, na stránku kterou spravuje a také na stránku události. Je také možné naplánovat vysílání na určitý čas a omezit okruh sledujících podle věku, pohlaví, lokace a jazyku. Mezi hlavní výhodu vysílání na Facebook je rychlá cesta k publiku a velmi jednoduché nastavení. Naopak nevýhodou je špatná dohledatelnost pro ukončení přenosu, jelikož obsah sociální sítě Facebook není indexován vyhledávači. Další nevýhodou je také maximální rozlišení 720p a maximální datový tok 4000 kilobitů za sekundu a také nemožnost monetizace vysílání. [14]

#### YouTube

Pro streamování přes server YouTube provozovaný společností Google je zapotřebí ověřený YouTube/Google účet. Ověření v tomto případě znamená zaslání kódu v SMS na číslo uživatele. Poté je uživateli zprovozněna možnost živého vysílání, kde má na výběr ze dvou strategií – okamžitého vysílání a plánovaného vysílání. Po zadání základních údajů dostává uživatel adresu a klíč na RTMP serveru. Jakmile uživatel dostane tyto údaje, může zahájit živé vysílání. Nespornou výhodou oproti Facebooku je neomezená délka vysílání, kvalitní SEO (Search Engine Optimization), také snadná dohledatelnost po ukončení a přehlednější statistiky pro producenta. Nevýhodou YouTube může být zobrazování reklamy u videí i živého vysílání, další nevýhodou může být možnost vysílání z mobilní aplikace dostupné až po dosažení jednoho tisíce odběratelů. Vysílání může být omezeno pouze věkem uživatelů, nikoli dle lokace. [14]

## Profesionální služby

Profesionální služby pro živá vysílání umožňují různé druhy monetizace, nabízejí více druhů přehrávačů, umožňují omezit vysílání na určité zeměpisné lokace a určitý rozsah IP adres, vysílání více přenosů zároveň, ale hlavně také garantovanou technickou podporu. Služby jako Livestream, Wovza, DaCast, Brightcove a Ustream jsou zpoplatněny buďto měsíčním poplatkem nebo poplatkem za přenesená data. Ceny začínají od 19 USD za měsíc s 300 přenosovými hodinami. Přenosová hodina znamená, že jeden divák sleduje přenos po dobu jedné hodiny. Výhodou těchto služeb je bezesporu kvalita, velmi robustní systém, možnost platební brány a technickou podporu. Nevýhodou může být vyšší cena. [14] [15]

## Vlastní server

Další možností je provoz vlastního serveru. Server může být realizován některým volně dostupným řešením. Například to může být rozšíření rtmp module pro nginx (<https://github.com/arut/nginx-rtmp-module>) server nebo open source verze MistServer (<https://mistserver.org/>). Výhodou tohoto řešení je možnost realizace vlastních funkcí a nezávislost služby na externích službách, nevýhodou je ale finanční a administrativní náročnost provozu.

## Lokální vysílání

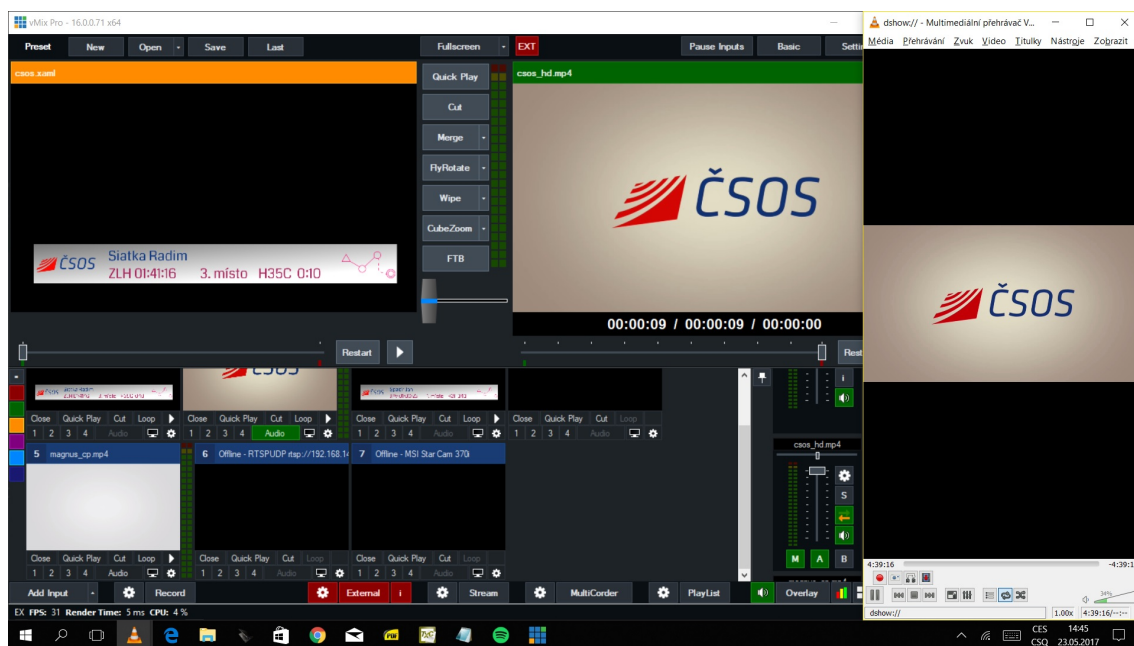
Signál z produkce může být distribuován také do lokální počítačové sítě. Tohle řešení může být vhodné tam, kde je potřeba připojit více zařízení na malé ploše s co nejmenším zpožděním – typické příklad je centrum sportovní akce se stanem pro VIP, stanem pro média a všechny ostatní diváky. Modelová situace může být připojení dvou plazmových televizí připojených na Raspberry Pi přes HDMI kabel, notebooku pro komentátora a několik desítek mobilních zařízení ostatních diváků.

Pro optimální využití sítě je zapotřebí vysílat na multicastovou IP adresu. To lze realizovat pomocí programu VLC media player, který umožňuje jak vysílání, tak i přijímání multimediálních toků. VLC media player je podporován na všech dnes používaných platformách, je zdarma, podporuje mnoho datových kontejnerů, kodeků, síťových protokolů, záznamových zařízení a také má otevřený kód. Dalším důležitým aspektem pro multicastová vysílání je směrovač s podporou této funkce, protože je důležité ověřit a případně nastavit pravidla firewallu na routeru.

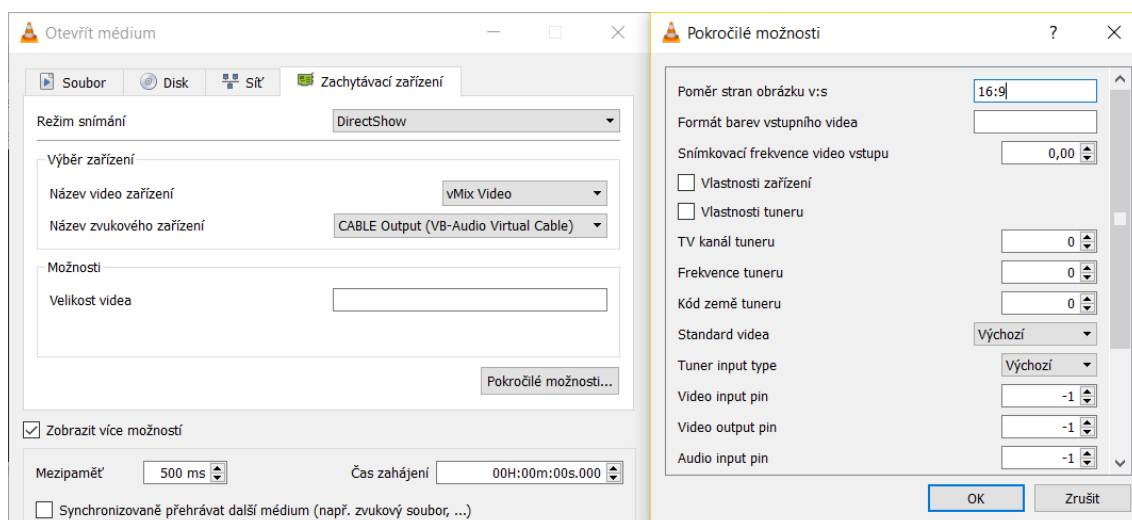
Konkrétní postup pro nastavení programu VLC media player pro multicastové vysílání lze shrnout do **tohoto seznamu**:

1. V softwarové střížně nastavit externí obrazový výstup například s kódováním PAL 50i. Dále nastavit zvukový výstup na virtuální audiokabel, například VB-audio virtual cable (<http://vb-audio.pagesperso-orange.fr/Cable/>)
2. Po spuštění externího výstupu střížny je zapotřebí vybrat režim Direct Show na kartě „zachytávací zařízení“, najít externí výstup střížny, nastavit virtuální kabel jako audio vstup, správný poměr stran obrazu a také mezipaměť alespoň na 500 ms, viz obrázek 1.12
3. Pro nastavení vysílaného proudu je nutné v kartě „Nastavení cíle“ vybrat možnost „RTP / MPEG transport Stream“, nastavit multicastovou adresu (například 239.0.0.1) a port (5004), případně název proudu.
4. Posledním krokem je nastavení překódování. Optimální nastavení je možnost „Video - H.264 + MP3 (TS)“ s kodekem H-264 a datovým tokem 800 kb/s a zvukovým kodekem mp3 s datovým tokem 128 kb/s, dvěma kanály a vzorkovací frekvencí 48000 Hz.

Nyní lze zahájit multicastové vysílání.



Obr. 1.11: Zobrazení výstupu střížny v programu VLC media player



Obr. 1.12: Nastavení zpracování výstupu střížny v programu VLC media player

## Velkoplošná obrazovka

Poslední možností distribuce výstupu střížny je velkoplošná LED obrazovka. Zařízení tohoto typu se často využívá pro koncerty a sportovní akce k zřehlednění průběhu akce.

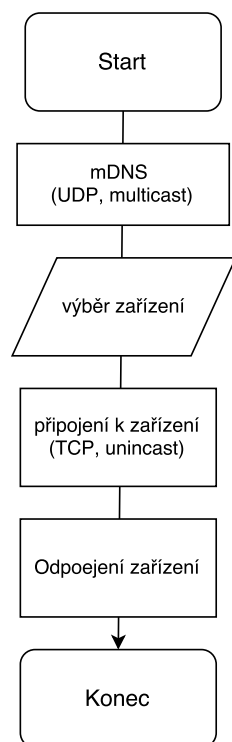
Obrazovka je tvořena nosnou konstrukcí, do které jsou instalovány základní bloky složené z clusterů. Cluster je tedy nejmenší konstrukční prvek obrazovky obsahující LED uspořádané do matice, který je prachotěsný a vodotěsný. Cluster má pro připojení k základnímu bloku zdvojený konektor. Základní blok obsahuje základní desku s řídicí elektronikou, primární a sekundární zdroj a čelní strana je osázena clusterem. Ze základních bloků lze poskládat obrazovku libovolného tvaru a velikosti. Dále je k provozu nutný řídicí počítač nebo hardwarová střížna. [16]

Při využití velkoplošné obrazovky je tedy nutné nastavit správný poměr stran výstupního obrazu, aby byla obrazovka co nejefektivněji využita a obraz nebyl zdeformovaný. Ve střížně vMix toho lze dosáhnout nastavením v záložkách „Display“ a „Outputs“ a připojením kabelu HDMI nebo VGA.

### 1.5.4 NDI

NDI (Network Device Interface) je otevřený protokol vyvinutý firmou NewTek umožňující sdílet video v lokální počítačové síti s minimálním zpožděním a obousměrným přenosem. Záměrem společnosti NewTek bylo vyvinout standardní protokol umožňující provozovat produkční studio, ve kterém bude umožněno všechna data posílat přes lokální počítačovou síť (LAN). Cílem je také snížit pořizovací náklady na zařízení, jelikož prvky stávající technologie SDI (Serial digital interface) jsou náročnější na počáteční investice. Dalším důvodem je vstup softwarové strážny, pro který je i tak nutno video a audio vstup převést externí video kartou. Knihovny pro podporu standardu NDI jsou dostupné pro platformu Windows, Linux, MacOS, iOS a Android. [18]

NDI je obousměrný protokol se zpožděním přenosu do 40 ms, je tedy považován za alternativu technologie SDI. Pro plynulý přenos je zapotřebí GigabitEthernet – počítačová síť s přenosovou rychlostí 1 Gb/s. Potřebná maximální přenosová rychlost pro jeden kanál je 100 Mb/s pro rozlišení 1080i při 50 snímcích za sekundu. NDI nejprve pomocí protokolu mDNS (multicast Domain Name System) prozkoumá lokální síť přes port 5353 pomocí transportního protokolu UDP (User Datagram Protocol) a multicastu. Zobrazí dostupná zařízení podporující NDI protokol. Po připojení využívá NDI transportní protokol TCP (Transmission Control Protocol) zapojený jako unicast pro přenos datového toku. [18]



Obr. 1.13: Stavy NDI

Pro IP produkci však vznikly i další protokoly:

- ASPEN (Adaptive Sample Picture Encapsulation)
- SONY NMI (Networked Media Interface)
- SMPTE2022-6 (HBRMT)

Protože formáty ASPEN a SMPTE2022-6 posílají data v nekomprimovaném formátu, pro plynulost přenosu je zapotřebí 10 Gb/s síť. NDI používá vlastní NDI kodek, SONY NMI používá kodek pro nízké zpoždění – LLVC (Low Latency Video Codec). Jinak je tomu u ostatních formátů, ty nepoužívají žádný kodek a vyměňují si nekomprimovaná data. Na jednom gigabitovém kabelu mohou být až 4 signály s rozlišením 1080i a s 50 snímky za sekundu. [19]



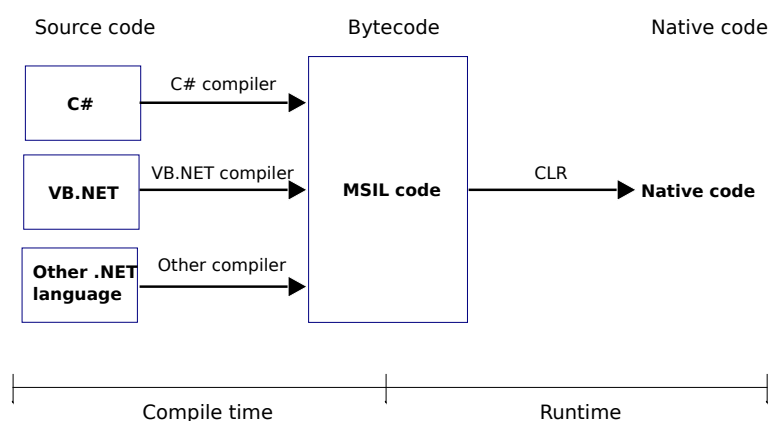
## 2 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem praktické části je vytvořit program pro automatickou režii v jazyku C# na platformě .NET. Tento program slouží jako automatický režisér, který na základě vstupních dat určí nejzajímavější událost a tu přepne na výstup střížny.

### 2.1 Platforma .NET

.NET je název strategie pro software od firmy Microsoft, který je nezávislý na operačním systému a hardwaru. Projekty vytvořené v platformě .NET mohou být naprogramovány pro stolní počítače i mobilní zařízení. Nejpoužívanější programovací jazyk běžící na platformě .NET jsou C# a Visual Basic a jazyk F#. Aktuálně stabilní verze platformy .NET je 4.6.2.

.NET Framework obsahuje jazykově nezávislé běhové prostředí CLR (Common Language Runtime) a knihovny tříd CL (Class Libraries). CLR pracuje jako prostředník mezi překladačem a konečnými instrukcemi strojového jazyka. [20]



Obr. 2.1: Umístění CLR v překladačovém algoritmu

### 2.2 Jazyk C#

C# (anglicky „c sharp“) je objektově orientovaný jazyk, který je založen na jazycích C++ a Java a je tedy nepřímým potomkem jazyka C. Od roku 2000 je vyvíjen firmou Microsoft, aktuální verze jazyka je verze 6.0. Pomocí tohoto jazyka lze vytvořit jednoduché konzolové aplikace, formulářové aplikace, webové aplikace, rozsáhlé databázové programy a v poslední řadě 3D hry.

V jazyce C# není na rozdíl od jazyka C++ možné vytvářet globální funkce nebo globální prvky dat. Z tohoto důvodu obsahuje třídu s metodou `Main()` namísto

funkce `main()`, jak je tomu v jazycích C++ a C. Níže je uveden příklad vypsání textu „Hello World!“ na konzoli počítače. [21]

```
using System;      //načtení systémové knihovny
namespace HelloApp //název aplikace
{
    class Program // Vstupní bod programu
    {
        static void Main(string[] args) //metoda Main
        {
            Console.WriteLine("Hello World!"); //výpis na konzoli
            Console.ReadLine(); /* čekání na stisk klávesy */
        }
    }
}
```

### 2.2.1 WPF

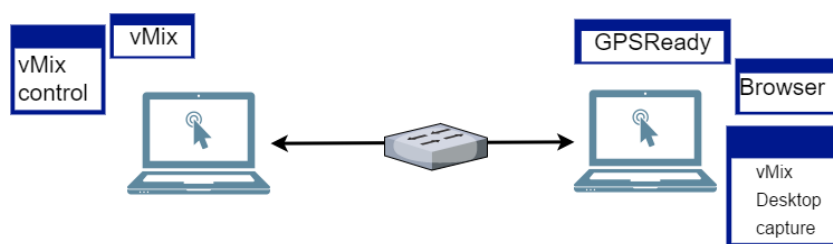
WPF (Windows Presentation Foundation) je grafický framework pro tvorbu formulářových aplikací běžících na platformě .NET od verze 3.0. Oproti Windows forms nabízí řadu nových možností, podporu mobilních zařízení, práci s GPU (graphic processing unit) a jasně odděluje vzhled od logiky aplikace. WPF používá pro zápis kódu značkovací jazyk XAML (eXtensible Application Markup Language), což je jazyk podobný HTML (HyperText Markup Language) a vychází z jazyka XML (Extensible Markup Language). Výpis „Hello World“ a tlačítko „Ready“ na Canvas:

```
<Canvas xmlns="http://schemas.microsoft.com/client/2007">
<TextBlock>Hello World!</TextBlock>
<Button x:Name="button" Content="Ready" Click="click_function"/>
</Canvas>
```

## 2.3 Program pro automatickou režii

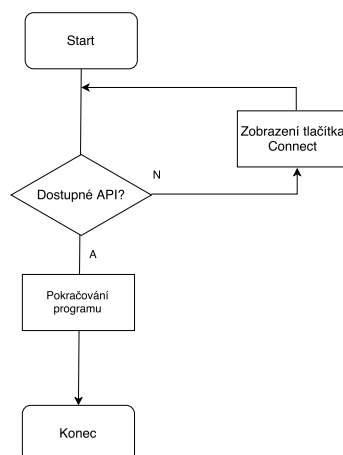
Program pro automatickou režii byl vytvořen díky zkušenostem komentátorů (viz kapitola 1.2) tak, aby byl schopen rozpoznat na základě vstupních dat z programu OB2000 nejzajímavější dění v daném okamžiku a na základě rozpoznání scény ovládal střížnu vMix pomocí API. V praxi bude tento program sloužit jako nástroj režiséra přímého přenosu. Je navržen především pro samostatný průběh závodu, nikoliv dění před a po závodě jako jsou rozhovory a ceremoniály.

Program, který dostal název „vMix Control“, je vybaven prioritizačním algoritmem pro určování nejzajímavějších okamžiků během závodního dění. Rozhodnutí bude probíhat na základě impulsů z kontrolních bodů a od člověka obsluhujícího GPS live tracking. Proto byl k programu vMix Control byl vytvořen doplňkový program „GPSReady“, který slouží jako tlačítko pro zobrazení živého GPS live trackingu na výstup přenosu.



Obr. 2.2: Umístění programu GPSReady

Jelikož úspěšná komunikace s API střížny vMix je podmínkou pro funkčnost automatické režie, je nejprve nutné ověřit dostupnost střížny vMix. Program byl projektován pro spuštění na stejném počítači jako střížna vMix, zejména kvůli co nejrychlejšímu vyřízení HTTP požadavků. K API střížny lze tedy přistupovat přes IP adresu lokálního zařízení `http://127.0.0.1:8088/` nebo `http://localhost:8088/`. V případě, že není API střížny dostupné, zobrazí se tlačítko „Connect“ umožňující opětovný pokus o připojení. Pokud vMix Control není připojený k API střížny vMix, není možné spustit automatický režim.



Obr. 2.3: Vývojový diagram spuštění programu

V případě jakékoliv chyby programu, ať už neúspěšné načtení souboru nebo neúspěšné vyřízení HTTP požadavku je zapsána chybová hláška do souboru log.txt umístěné ve složce spuštění programu vMix control. Obsah souboru může vypadat takto:

```
30.05.2017 23:51:00 Unsuccessfull read of splits file
```

### 2.3.1 Výměna dat

Výměna aktuálních dat závodníků probíhá mezi programem ObKoment a programem pro automatickou režii pomocí textových souborů v předdefinovaném formátu s daty oddělenými pomocí středníku přes sdílený síťový adresář. Formát má tvar:

```
01:41:16;89;3;H35C;ZLH;Siatka Radim;0:10;50
01:06:23;156;44;H21C;UOL;Špacír Jan;1:23;1
```

kde na první pozici je čas běžce, dále startovní číslo, umístění, kategorie, oddíl, příjmení a jméno, ztráta na vedoucího závodníka a nakonec kód kontrolního bodu. Kód s hodnotou 1 značí cíl.

Mezi počítačem s GPS trackingem a střížnou také probíhá výměna textového souboru s daty, opět přes sdílený síťový disk. Soubor je tvořen programem GPSready. Obsahem souboru je status a časové razítko. Písmeno „s“ značí stav „STOP“ a písmeno „r“ stav „READY“.

```
s;09.12.2016 16:16:32
r;09.12.2016 16:18:11
```

Z programu OB2000 také lze získat startovní a výsledkové listiny pomocí takzvané samoobsluhy. Nejprve musí být vytvořen soubor s požadavkem uložený s příponou

.poz, který je nutné zapsat do síťového adresáře programu OB2000. Formát požadavku pro výpis výsledkové listiny kategorie H21E vypadá následovně:

```
#SAM#READ#VYSL#KATEG#H21E#MCDELL2015#19:23:23#  
{D48D540F-5DBA-41B2-850C-59841FF6AE27}#
```

kde „MCDELL2015“ je síťový název počítače na kterém je spuštěn program OB2000, dále je zapsán čas vytvoření souboru a nepovinný token. Po vytvoření souboru požadavku vrátí program soubor s odpovědí se stejným jménem a příponou .odp a smaže soubor s příponou .poz. Tvar souboru s odpovědí má tento tvar:

```
1;Štěpánek Ondřej;TBM;12.58;0.00;  
2;Procházka Ferdinand;ADA;23.06;10.08;
```

Posledním krokem je smazání souboru s příponou .odp tazatelem.



Obr. 2.4: Vývojový diagram samoobsluhy OB2000

Řízení střížny vMix externími programy probíhá přes API (Application Programming Interface) pomocí HTTP požadavků metodou GET. Příklad požadavku pro zmizení výstupního signálu o délce 1 sekundy s efektem „fade“ vypadá takto:

```
http://127.0.0.1:8088/api/?Function=Fade&Duration=1000
```

Čtení aktuálního stavu střížny je možné pomocí HTTP požadavku a metodou GET na adrese `http://127.0.0.1:8088/api/` bez dalších parametrů. Po přijetí požadavku vrátí API data ve formátu XML (Extensible Markup Language).

```
<vmix>
<inputs>
<input key="26cae087-b7b6-4d45-98e4-de03ab4feb6b" number="1"
      type="Xaml" title="NewsHD.xaml" state="Paused" position="0"
      duration="0" muted="True" loop="False" selectedIndex="0">
NewsHD.xaml
<text index="0" name="Headline">Hello</text>
</input>
</vmix>
```

### 2.3.2 Informační grafika

Informační grafika je důležitou částí přímého přenosu pro přehlednost aktuálního dění. Informační grafikou se rozumí titulky, startovní listiny, výsledkové listiny, ukazatel aktuálního skóre, počet sestřelených terčů a další specifické ukazatele. Vždy ale musí být zvolen správný poměr informační grafiky a obrazu. Tato kapitola popisuje práci s titulky a výsledkovými listinami.

Jako první musí být vytvořena grafický podklad pro titulky. Toho lze docílit pomocí libovolného grafického editoru (Adobe Photoshop, GIMP). Dalším krokem je vytvoření šablony ve formátu XAML, do které lze přidat textová pole s identifikačním názvem a umožnit tak upravování obsahu šablony. Tím odpadá nutnost vytvářet novou šablonu. Šablonu ve formátu XAML je možné vytvořit v programu *vMix title designer* nebo libovolném textovém editoru. U všech prvků šablony lze také nastavit míru průhlednosti. Titulky lze také animovat – k tomu může být použit nástroj *Microsoft Blend*, který je rozšířením IDE (Integrated Development Environment) Visual Studio.

Přidáním titulku ve střížně vMix je vytvořen vstup označený unikátním identifikátorem a přes API střížny je možné nastavit obsah, zobrazení, překrytí, přiblížení a typ přechodového efektu.



Obr. 2.5: Příklad grafiky titulků

Změna obsahu titulků je realizována přes API pomocí HTTP protokolu a metody GET. Z programu automatické režie je tedy nutné odeslat HTTP požadavek v tomto tvaru:

```
http://server:port/API/?Function=[funkce]&Input=[id]&SelectedName=[název rámce]&Value=[text].
```

kde **server** je lokální IP adresa a **port** je standardní port pro střížnu. Dále se nastavuje požadovaná funkce z API, identifikátor vstupu titulků, jméno textového objektu a obsah textu. Výsledný HTTP požadavek může vypadat takto:

```
http://127.0.0.1:8088/API/?Function=SetText&Input=1fd90d46-6186-4151-a488-78ef900cd11f&SelectedName=Headline&Value=textHeadline.
```

Vstup může být označen i názvem nebo pořadovým číslem vstupu. Příklad pro zobrazení vstupu s efektem „Fade“ s délkou trvání 300 ms by vypadal takto:

```
http://127.0.0.1:8088/API/?Function=Fade&Duration=300&Input=2
```

V jazyku C# lze takto manipulovat s webovými požadavky pomocí knihovny **System.Net** a třídy **WebRequest**. Jedním požadavkem může být změněna hodnota pouze jednoho informačního pole, často je tedy nutné vytvořit více požadavků.

## Jednoduché titulky

Prvním typem použité grafiky jsou jednoduché titulky pro jednoho závodníka při průběhu kontrolní jednotkou. Obsahují pole pro jméno závodníka, oddíl (případně stát), umístění, kategorii, čas, ztrátu na vítěze a kontrolní kód. Název šablony nesmí obsahovat slovo „more“ a „result“, která jsou určeny pro jiné účely (viz níže), jinak na názvu nezáleží. Šablona musí obsahovat textová pole s názvy „Headline“, „Description“ a „Code“. Do textového pole „Headline“ a „Description“ by mělo

být možné zapsat 32 znaků, do pole „Code“ 3 znaky. Pro každý kontrolní bod může být nastavená unikátní šablona.



Obr. 2.6: Konkrétní použití jednoduchých titulků

### Titulky s více řádky

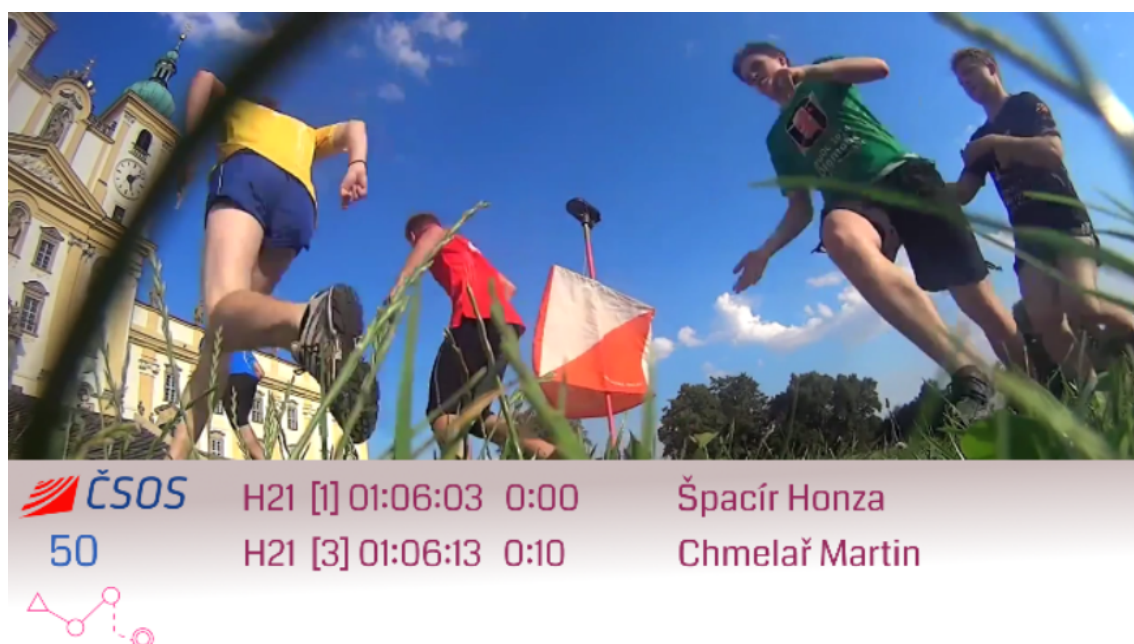
Tento typ titulků je vhodné využít tam, kde probíhá velké množství závodníků v řádu jednotek sekund. Příkladem může být cílová čára, kde dobíhá velký počet závodníků. V názvu šablona pro titulky s více řádky se musí objevit slovo „more“ pro správnou funkci programu vMix Control. Textová pole musí být pojmenována „Code“, „Line1“, „Line2“ a „Line3“. Do pole „Code“ musí být možné zapsat alespoň 3 znaky, pro všechna pole „Line“ alespoň 48 znaků. První řádek je vytvořen pro nejaktuálnější záznam, další dva řádky jsou vytvořeny pro předchozí záznamy.

### Šablona pro výsledkovou listinu

Výsledková listina slouží v přímém přenosu k rekapitulaci průběhu v určité kategorii. Pro zobrazení je tedy použit další typ šablony s více řádky. Šablona je ale jinak uspořádána oproti titulkům s více řádky, především z důvodu konstantního zobrazení více závodníků.

Použitá šablona musí obsahovat v názvu slovo „result“ pro správné zobrazení ve výstupu střížny. Textová pole v této šabloně musí být pojmenována „Cat“, „Name1“ až „Name6“, „Time1“ až „Time6“. Do pole „Cat“ musí být možné zapsat alespoň 8 znaků a slouží k označení kategorie. Pro všechna pole „Time“ alespoň 15





Obr. 2.7: Konkrétní použití titulků s více řádky

znaků. Výsledková šablona se oproti předchozím typům zobrazuje uprostřed obrazu. V některých situacích je vhodné použít poloprůhlednou šablonu.



				H21
1. SSU	Král Vojtěch	35.44	0.00	
2. ŽBM	Hájek Daniel	36.51	1.07	
3. 44P	Kowalski Wojciech	37.17	1.33	
3. PHK	Kubát Pavel	37.17	1.33	
5. PGP	Procházka Jan	38.09	2.25	
. 36S	Šmelík Martin	DISK		

Obr. 2.8: Konkrétní použití poloprůhledné šablony

### 2.3.3 Uživatelské rozhraní

Při návrhu uživatelského rozhraní byl kladen důraz na co nejjednodušší ovládání programu.

#### Tlačítka

Uživatel má k dispozici celkem 7 tlačítek:

1. Titles setting,
2. Input File,
3. GPS realtime file,
4. GPS records,
5. Get results,
6. OB2000,
7. START / STOP.

**Tlačítko Titles setting** slouží k načtení identifikátorů vstupů s titulky ze střížny vMix. Po úspěšném načtení identifikátoru je zobrazen formulář sloužící k přiřazení vstupů titulků s obrazovým vstupem a kontrolním kódem. Úspěšným načtením souboru je také povoleno tlačítko Input File a START / STOP.

**Tlačítko Input File** slouží k vybrání souboru se vstupními daty z programu OB2000. Při vybírání souboru je umožněno vybírat pouze soubory s příponou `.txt`.

**Tlačítko GPS realtime file** slouží k vybrání souboru se vstupními daty z programu GPSReady. Při vybírání souboru je umožněno vybírat pouze soubory s příponou `.txt`.

**Tlačítko GPS records** slouží k vybrání složky, do které budou nahrávány video soubory se záznamem zajímavých momentů z GPS trackingu. Tímto tlačítkem je možné vybrat pouze celou složku.

**Tlačítko OB2000** slouží k vybrání složky, která bude sloužit ke komunikaci s programem OB2000 pro výměnu aktuálních celkových výsledků. Lze vybrat pouze složku.

**Tlačítko Get results** slouží k získání a zobrazení výsledků kategorie z pole vedle tlačítka. Po stisknutí přechází do stavu „waiting“, kdy čeká na aktuální data z programu OB2000, poté přechází do stavu „Shown“ a zobrazí výsledky na výstupu střížny. Při dalším stisknutí výsledky mizí.

**Tlačítko START / STOP** slouží k zapínání a vypínání automatického režimu. Tlačítko je ve výchozím stavu zelené s nápisem „START“, po spuštění se barva tlačítka změní na červenou a nápis na „STOP“.

Všechna tlačítka po úspěšném provedení operace změní barvu na zelenožlutou, kromě tlačítka STOP/START. Všechna tlačítka lze stisknout i v běžícím automatickém

režimu.

## Priority

V pravé části okna programu se nachází sekce pro nastavování priorit. V programu lze nastavit 3 úrovně priorit pro 3 typy informací. Uživatel má možnost stanovit 3 úrovně priority zobrazování podle kategorií a 3 úrovně podle kódu kontrolního bodu, kde pro cíl je použit kód s číslem 1. Prioritu lze také nastavit vybraným běžcům podle startovních čísla. Jestliže priorita není nastavena, dostává výchozí (nejnižší) prioritu. V každém poli může být více údajů, musí být však odděleny středníkem. Pro nastavení údajů není potřeba cokoli potvrzovat. Jakmile jsou údaje napsány v textovém poli, jsou zahrnuty do automatického režimu. Tato funkce je realizována pomocí události `TextChanged`. Při spuštění programu v textových polích přednastaveny některé nejpoužívanější údaje, avšak často se nemusí shodovat s aktuálními údaji (např. označení kategorií).

<b>Categories</b>
Priority 1
H21;D21
Priority 2
H16;D16;H18;D18;H20;D20
Priority 3
H35;D35
<b>Splits (use code of control, 1=finish)</b>
Priority 1
100
Priority 2
1
Priority 3
<b>Favorized runners (start numbers)</b>
54;35

Obr. 2.9: Nastavení priorit

## Konzole

V konzolovém okně se zobrazují zprávy při úspěšném i neúspěšném pokusu o načtení externích dat během nastavování. Během automatického režimu se v konzoli zobrazuje textový údaj o právě přehrávané scéně.

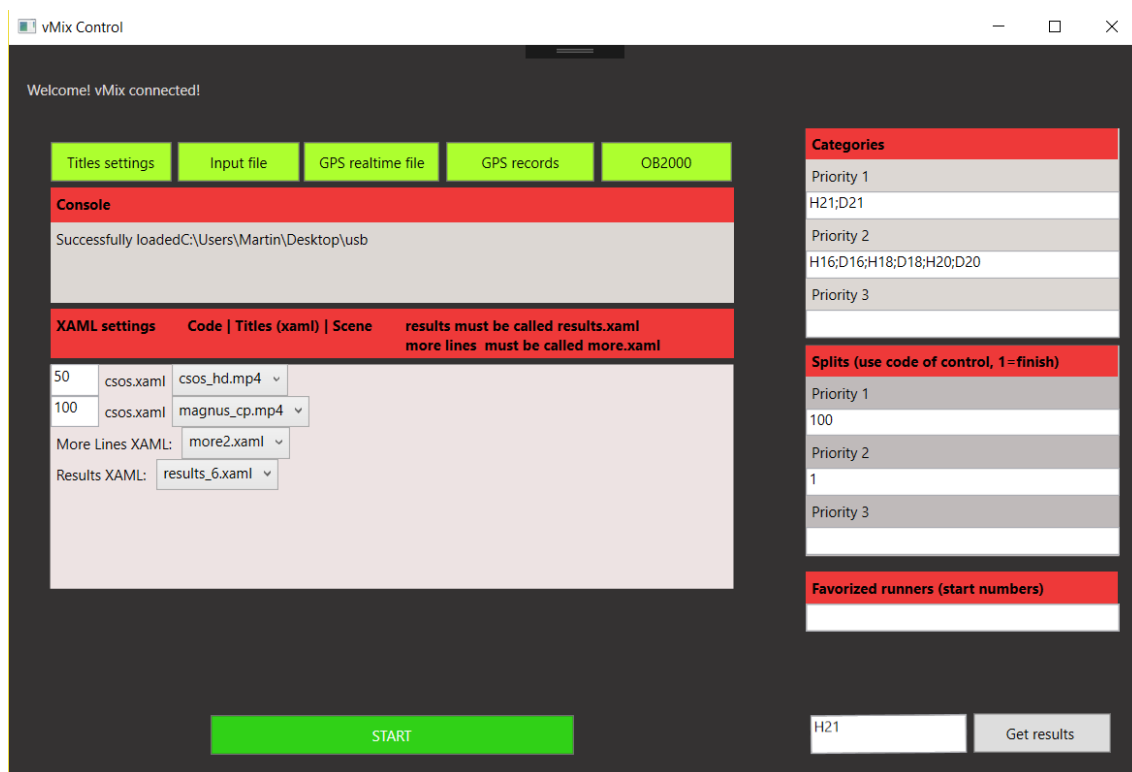
## XAML nastavení

XAML nastavení slouží k přiřazení titulků k video vstupu a ke kontrolnímu kódu. Slouží také k označení šablony pro výsledky a pro titulky s více řádky. Opět není potřeba nic potvrzovat, po vybrání jsou data hned uložena díky události `SelectionChanged` jazyka C#.

XAML settings	Code	Titles (xaml)	Scene
			results must be called results.xaml more lines must be called more.xaml
1	csos.xaml	csos_hd.mp4	
100	csos.xaml	magnus_cp.mp4	
More Lines XAML:		more2.xaml	
Results XAML:		results_6.xaml	

Obr. 2.10: Příklad XAML nastavení

Po nastavení všech vstupů bude uživatelské rozhraní programu vMix Control vypadat následovně. K tomu, aby mohl být spuštěn automatický režim, není nutné nastavovat všechny vstupy. Jediný povinný vstup je z programu ObKoment zastoupený tlačítkem „Input file“.

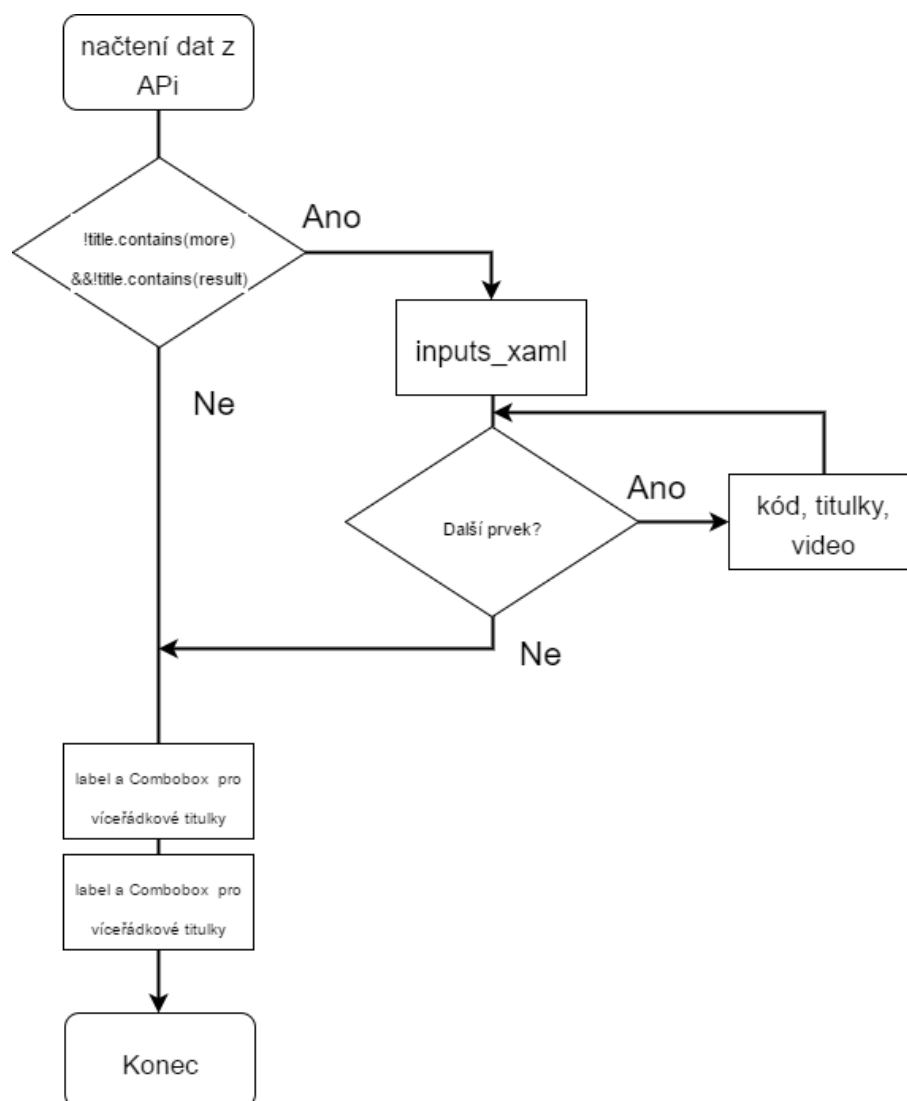


Obr. 2.11: GUI programu při nastavení všech vstupů

## 2.3.4 Práce se vstupními daty

### Načtení vstupů střížny

Informace o aktuálním nastavení jsou získány z XML výpisu API střížny. Vstupy jsou roztrženy do dvou skupin – titulky a ostatní vstupy. Po roztržení je vytvořen formulář pro přiřazení kontrolního kódu ke vstupu videa a titulkům a také nastavení šablony pro výsledky a titulky s více řádky (viz 2.3.3). Formulář je vytvořen pomocí cyklu `foreach`, který čte data uložená v datovém typu `Dictionary` jako hodnoty `key:title`. Položky pro víceřádkové titulky a výsledky jsou vytvořeny vždy na konci formuláře, avšak pouze za předpokladu že jejich názvy obsahují řetězce „more“ a „result“. Jak již bylo zmíněno, data z formuláře jsou ukládána po každé změně. Graficky lze vytvoření titulků znázornit takto:



Obr. 2.12: Algoritmus vyváření formuláře pro přiřazování vstupů

### Data z programu ObKoment

Vstupní data z programu ObKoment, který je doplňujícím programem pro OB2000, jsou nahrávána z textového souboru v předem stanoveném formátu. Tato data jsou aktualizována s každým novým záznamem ze stanice RACOM. Program vMix Control je vytvořen tak, aby po spuštění automatického režimu četl data ze vstupního souboru dokud není stisknuto tlačítko „STOP“ každých 200 milisekund. Původní návrh byl realizovat čtení souboru pomocí instance třídy `FileSystemWatcher`, což se ukázalo jako nespolehlivé řešení, protože v mnoha případech byla funkce volaná metodou `OnChanged` vykonána dvakrát.

Pokud přijdou nová data a tudíž poslední řádek souboru je změněn, posílají se data do prioritizačního algoritmu (viz 2.3.5). Když jej algoritmus vyhodnotí jako

nejzajímavější, odešle se HTTP požadavek na zobrazení a nastavení textu v šabloně pro titulky.

Doba zobrazení titulků je pevně stanovena na 7 sekund od okamžiku výběru dat prioritizačním algoritmem. Během této doby však může být změněna informační grafika na titulky s více řádky. To nastává v případě, že nejnovější záznam pochází ze stejného kontrolního bodu a nemá vyšší prioritu než předchozí záznam (viz 2.3.5). Program pro automatickou režii musí rozpoznat stav, kdy je závodník diskvalifikován. To zajišťuje podmínka navržená tak, že přepíše umístění na zkratku „DISK“, když je položka umístění nastavena na hodnotu „999“.

### **Data ze souboru pro GPS live tracking**

Data z tohoto souboru jsou načítána společně s daty z programu ObKoment, tudíž každých 200 milisekund. Při změně souboru dostává GPS live tracking vysokou prioritu (viz 2.3.5).

### **Data pro GPS nahrávky**

Po úspěšném vybrání složky tlačítkem „GPS record“ začne program tuto složku monitorovat pomocí instance třídy `FileSystemWatcher` a při změně obsahu složky запиše název souboru do datového typu `list` se kterým dále pracuje prioritizační algoritmus 2.3.5 a vytvoří nový vstup s nahrávkou ve střížně vMix. Při sledování změny složky byla funkce volaná metodou `OnChanged` provedena správně, kdežto při sledování obsahu souboru v 2.3.4 byla provedena dvakrát, tedy špatně.

### **Data z programu v OB2000**

Úspěšným vybráním složky pomocí tlačítka „OB2000“ je do paměti programu zapísána cesta pro vytváření a čtení souboru samoobsluhy (viz 2.3.1). Soubor s dotazem je vytvořen po zadání názvu kategorie do textového pole a stisknutí tlačítka „Get results“. Po vytvoření souboru pojmenovaném „res.poz“ čeká funkce čtyři sekundy na vytvoření souboru s odpovědí z programu OB2000. Soubor „res.opd“ by měl být vytvořen okamžitě, pro jistotu je ale nastavená ochranná doba čtyř sekund. Během ochranné doby se změní pozadí tlačítka na oranžovou barvu a text tlačítka je změněn na „Waiting“. Jestliže je soubor „res.odp“ úspěšně přečten, dojde k nastavení a zobrazení výsledkové listiny na výstup obrazu střížny. Pozadí tlačítka je změněno na žlutozelenou barvu a text je změněn na „Results shown“. Po opětovném stisku tlačítka zmizí titulky pro výsledkovou listinu ze vstupu a tlačítko se vrátí do původní podoby.

## Data z nastavení priorit

Jak byl ukázáno v části 2.3.3, u kategorií a kontrolních kódů (mezičasů) lze nastavit 3 úrovně priorit, které jsou používány v prioritizačním algoritmu 2.3.5. Jestliže kategorie nebo kontrolní kód není nastaven v poli priorit, má výchozí hodnotu 1. U favorizovaných závodníků lze nastavit pouze prioritu 1 s hodnotou 5. Nastavení priorit je možné kdykoliv. Údaje z každého pole jsou zapsány do datového typu `List` s příslušným názvem. V tabulce 2.1 je zobrazen přehled hodnot přiřazených k prioritám – čím vyšší hodnota, tím preferovanější vstup.

Tab. 2.1: Hodnoty priorit

	Hodnota
<b>Priorita 1</b>	5
<b>Priorita 2</b>	3
<b>Priorita 3</b>	2
<b>Výchozí priorita</b>	1

## 2.3.5 Prioritizační algoritmus

Tato kapitola se věnuje stěžejní části programu vMix Control, která zajišťuje automatickou režii přímého přenosu. Prioritizační algoritmus byl navržen pro přepínání obrazových výstupů na základě textových vstupů a mnoha známých vstupních informací. Především z tohoto důvodu nebyla použita technologie strojového učení. [22] [23] Algoritmus je vytvořen tak, aby zobrazoval:

1. GPS Live Tracking,
2. videovstup s titulkou z kontrolních stanovišť,
3. videovstup s víceřádkovými titulky,
4. nahrávky GPS trackingu.

Prioritizační algoritmus tedy není určen k automatickému zobrazování výsledkové listiny. Důvod k tomuto řešení je fakt, že výsledková listina slouží k rekapitulaci výsledků po ukončení závodu pro určitou kategorii a není ji tedy nutné zavádět algoritmu automatického režimu.

## Vzorec pro výpočet priority

K zobrazení aktuálně nejzajímavějšího obsahu slouží vzorec pro výpočet celkové priority záznamu, který je vypočítán z priority závodní kategorie, priority kontrolního



bodů, priority favorizovaného závodníka a pořadí závodníka.

$$VP = \frac{pk * pm * f}{po} \quad (2.1)$$

Písmenem **VP** je označena výsledná priorita, **pk** značí prioritu kategorie, **pm** vyjadřuje prioritu mezičasu, **f** označuje favorizovaného závodníka a **po** pořadí závodníka.

Maximální výsledná priorita tedy dosahuje hodnoty **125** a může být dosažena pouze u favorizovaného závodníka v kategorii a na kontrolním bodě s nejvyšší prioritou běžícím na prvním místě. Druhou nejvyšší prioritu má GPS live tracking, tedy výslednou prioritu s hodnotou **100**. Z toho plyne, že GPS live tracking může být přerušen pouze výše zmíněným favorizovaným běžcem. Scéna s favorizovaným běžcem bude na výstupu pouze dvě sekundy, poté algoritmus přepne zpět na GPS live tracking. Funkce vrácení na GPS live tracking byla vytvořena z důvodu prodlevy GPS live trackingu (v řádu jednotek sekund). Předchází tak situaci, kdy by nebyl favorizovaný běžec zobrazen na nejdůležitějším kontrolním bodě.

## Zobrazení scény a titulků

K tomu, aby divák stihl zaznamenat a zpracovat dění na obrazovce, potřebuje alespoň 2 sekundy. [24] Proto byla do algoritmu přidána proměnná s dočasnou prioritou. Dočasná priorita se po jedné sekundě zmenší na polovinu a po dvou sekundách je nastavena na nulovou hodnotu. To znamená, že jednu sekundu po zobrazení může být zobrazena jiná scéna s prioritou vyšší než polovina výsledné priority předešlé scény. Po dvou sekundách to může být jakákoliv scéna, zobrazení titulků je však nastaveno na 7 sekund od uplynutí poslední události.

Tab. 2.2: Příklad přepínání s dočasnou prioritou pro různé kontrolní kódy

čas[s]	závodník s VP= 10	závodník s VP= 7
<b>1</b>	zobrazeno	
<b>1,5</b>		načteno, zobrazeno
<b>2</b>		zobrazeno
<b>3</b>		zobrazeno
<b>8,5</b>		zmizení titulků

V situaci, kdy přijdou nová data ze stanice ze stejným kontrolním kódem, se zapíše nová data na první řádek víceřádkových titulků. Tato situace nastává, pokud nová data ze stejné stanice přijdou do 7 sekund po přijetí prvních dat a zároveň

nepřijdou data z jiné kontrolní stanice s vyšší prioritou. Často se setkáváme s touto situací na cílové čáře v individuálních i štafetových závodech.

Tab. 2.3: Příklad přepínání s víceřádkovými titulky

čas [s]	závodník s VP= 10, kontrolní kód 100	závodník s VP= 2, kontrolní kód 100	závodník s VP= 4, kontrolní kód 50
1	zobrazeno		
1,5	víceřádkové titulky	načteno, zobrazeny víceřádkové titulky	načteno, nezobrazeno
2	víceřádkové titulky	víceřádkové titulky	
3	víceřádkové titulky	víceřádkové titulky	
8,5		zmizení titulků	

Jestliže nastane situace, kdy je zobrazena scéna s vysokou prioritou a po dvou sekundách přijdou data z jiné kontrolní stanice, a po další sekundě data s nižší výslednou prioritou ale ze stejné kontrolní stanice jako první data, budou po dobu jedné sekundy zobrazeny data z první stanice a po zbytek času data, která přišla druhá v pořadí.

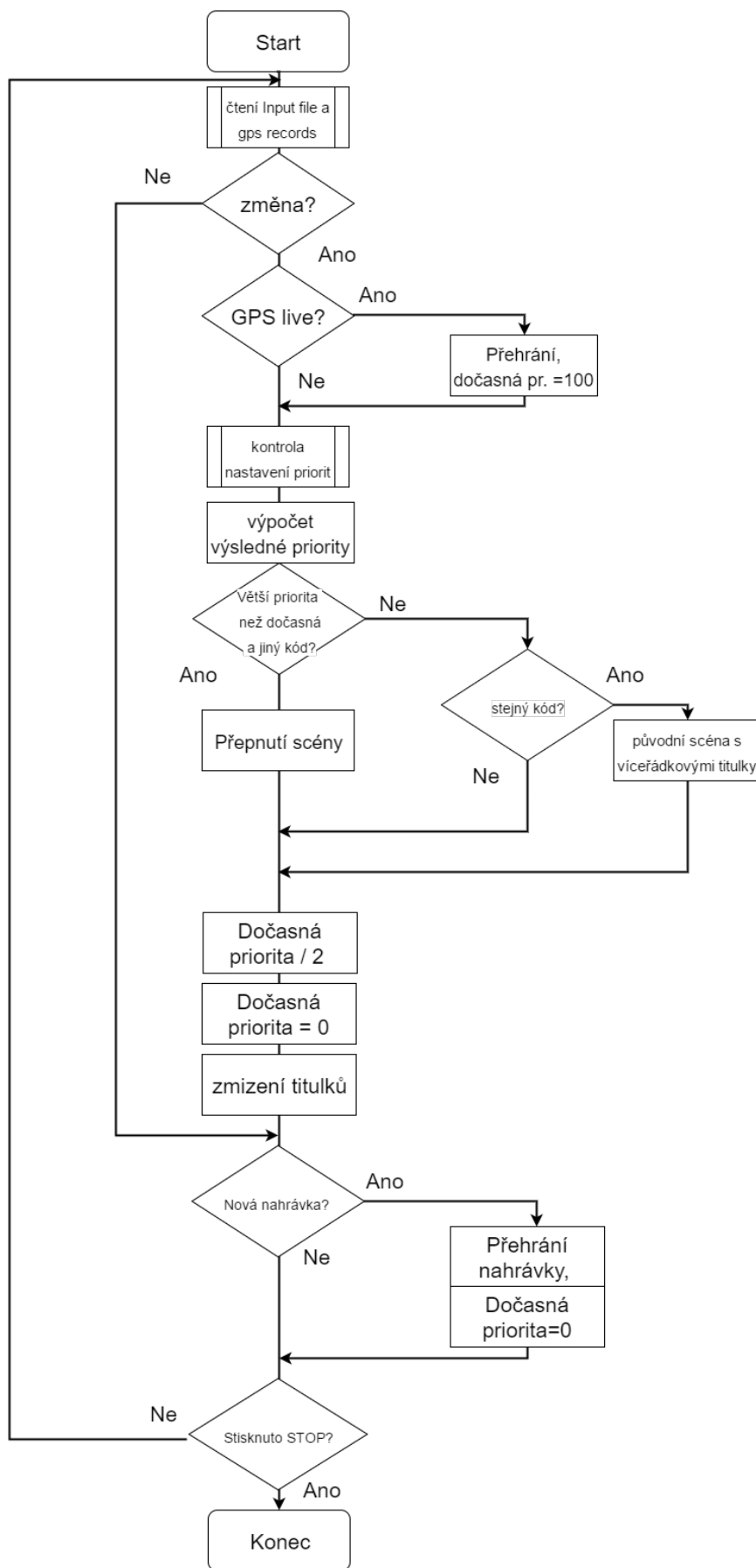
Tab. 2.4: Příklad přepínání bez víceřádkových titulků

čas [s]	závodník s VP= 10, kontrolní kód 100	závodník s VP= 1, kontrolní kód 100	závodník s VP= 4, kontrolní kód 50
1	zobrazeno		
1,5	zobrazeno		
2	víceřádkové titulky		načteno, zobrazeno
3	víceřádkové titulky	načteno, nezobrazeno	
9			zmizení titulků

## Nahrávky GPS trackingu

Po uplynutí sedmi sekund od poslední události algoritmus zkontroluje, jestli existuje nová nahrávka z GPS tracknigu. V kladném případě nahrávku spustí, v záporném ponechává obraz původní scény bez titulků. Pokud existuje více nahrávek a nepřichází žádná nová data, přehraje všechny doposud nepřebrané nahrávky.

Algoritmus běží v nekonečné smyčce, dokud není stlačeno tlačítko STOP. V tomto případě je na výstupu střížny ponechána poslední scéna.



Obr. 2.13: Vývojový diagram prioritizačního algoritmu

### 2.3.6 Shrnutí praktické části

Výsledná verze programu vMix Control vede uživatele k jednoduchému připojení k API, načtení identifikátoru šablony pro titulky, načtení a zpracování dat z programu OB2000, automatickému zobrazování titulků a změně aktuálních údajů v titulcích. Dále má uživatel možnost zobrazování GPS live trackingu, nahrávek z GPS a zobrazování výsledků. Program je určen pro operační systém *Windows* verze 7 a vyšší a musí být spuštěn na stejném zařízení, jako střížna vMix. Prioritizační algoritmus vyhodnotí exkluzivitu každého záznamu a posílá střížně vMix HTTP požadavky na změnu scény a titulků.

#### Zprovoznění studia

Doporučený postup zprovoznění celého studia pro přímý přenos je následující:

1. Propojit veškerý hardware,
2. nastavit všechny vstupy ve střížně vMix,
3. nastavit Playlist pro animace a trailer,
4. otestovat výstup střížny,
5. namapovat síťové disky pro komunikaci s OB2000, ObKoment a GPSReady,
6. nastavit vstupy a priority v programu vMix Control,
7. otestovat automatický režim,
8. spustit vysílání.

Během spuštěného vysílání je vhodné monitorovat stav každé části studia.

### 3 ZÁVĚR

V této práci byl proveden návrh a sestavení síťového produkčního studia pro přímé přenosy ze sportovních akcí v orientačním běhu a z dalších individuálních sportovních odvětví.

V teoretické části práce bylo popsáno dosavadní technické zabezpečení při pořádání akcí v orientačním běhu a také nasbírání cenných rad komentátorů a vývojářů pro vývoj softwaru k účelu automatické režie. Další kapitola teoretické části se zabývala přenosovým studiem, kde bylo popsáno softwarové a hardwarové vybavení nutné k živé produkci. Na konci teoretické části byla prozkoumána a shrnuta nová technologie – NDI (Network Device Interface).

V praktické části byl popsán vývoj softwaru v jazyce C# a vytvořen program pro automatickou režii nazvaný „vMix Control“. Kapitola „Program pro automatickou režii“ se podrobně věnovala popisu funkce a uživatelskému nastavení programu. V této kapitole byla také popsána funkce řídicího prioritizačního algoritmu. Výsledný program zajišťuje rozhodování o nejzajímavějším dění a automaticky zobrazuje scénu a informační grafiku na výstupu ze softwarové střížny. Při vývoji vMix Control byl kladen důraz na uživatelskou přívětivost a spolehlivou funkčnost. Na konci praktické části je uveden doporučený postup zprovoznění studia postaveného na lokální počítačové síti kooperující s programy OB2000, ObKoment a vMix.

Práce je napsána tak, aby zároveň sloužila jako návod na realizaci sportovního přímého přenosu s automatickou režii. Studio s programem vMix Control bylo několikrát testováno na závodech v orientačním běhu, díky čemuž byly tak odhaleny a odladěny významné chyby.

# LITERATURA

- [1] DOŠLA, Jan. *Orientační běh nejen pro začátečníky*. Brno, 2010. Masarykova univerzita.
- [2] Orientační běh. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Orientační\\_běh](https://cs.wikipedia.org/wiki/Orientační_běh)
- [3] E-mailová korespondence s Michalem Bestou [online], 25.11.2016, [michal@mbesta.info](mailto:michal@mbesta.info).
- [4] SW pro pořádání OB. *ČSOS - Hanácká oblast* [online]. [cit. 2016-11-26]. Dostupné z URL: <http://obhana.cz/SW/SW.htm>
- [5] OE2010. *SportSoftware online* [online]. [cit. 2016-11-26]. Dostupné z URL: <http://www.sportsoftware.de/orienteering/oe2010/>
- [6] ORDER and BUY ON-LINE. *Orienteering Organiser* [online]. [cit. 2016-11-26]. Dostupné z URL: [http://www.orienteeringorganiser.com/order\\_e.htm](http://www.orienteeringorganiser.com/order_e.htm)
- [7] *SPORTident* [online]. Arnstadt, Německo: SPORTident, 2016 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <https://www.sportident.com/>
- [8] *RACOM* [online]. Nové Město na Moravě: RACOM s.r.o, 2016 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://www.racom.eu/>
- [9] GPS tracking na českých o-závodech. In: *Český svaz orientačních sportů – sekce orientačního běhu* [online]. Praha: ČSOS, 2016 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://www.orientacnibeh.cz/novinky-sekce-ob/gps-tracking-na-ceskych-o-zavodech>
- [10] OSVALDOVÁ, Barbora a Jan HALADA. *Encyklopedie praktické žurnalistiky*. Praha: Libri, 1999. ISBN 80-85983-76-1.
- [11] MCKNIGHT, Glenn. *Live Streaming Manual for Internet Society Chapters*. Glenn McKnight, 2014
- [12] FOLLANSBEE, Joe. *Hands-On Guide to Streaming Media: an Introduction to Delivering On-Demand Media*. 2nd ed. Abingdon, Velká Británie: Taylor & Francis, 2006. ISBN 9781136033698.
- [13] *Live Video Streaming Software / vMix* [online]. New York (NY): Vmix, 2016 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://www.vmix.com/>

- [14] Youtube Live vs Facebook Live compared to Online Video Platforms. *DaCast* [online]. San Francisco (CA): DaCast, 2010 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.dacast.com/blog/comparing-youtube-live-and-facebook-live-with-pro-video-streaming/>
- [15] What are viewer hours? *Ustream* [online]. San Francisco (CA): Ustream, 2007 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://support.ustream.tv/hc/en-us/articles/207851607-What-are-viewer-hours->
- [16] Jak funguje LED obrazovka. *LED obrazovky Imagine* [online]. Praha: INCOME, spol.s. r. o., 2009 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.ledobrazovky.cz/zakladni-informace/jak-funguje-led-obrazovka>
- [17] HDMI-vstup do notebooku → "no problémo". *VIDEOKAMERY.cz* [online]. Brno, videokamery.cz, 2013 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://videokamery.cz/clanky/hdmi-vstup-do-notebooku-no-problemo>
- [18] NewTek NDI. *NewTek* [online]. San Antonio (KS): NewTek, 2016 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <http://www.newtek.com/ndi.html>
- [19] Network Device Interface. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-06-04]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_Device\\_Interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_Device_Interface)
- [20] .NET. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/.NET>
- [21] LATTENBERG, I. *Objektově orientované programování*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2012. s. 1-141. ISBN: 978-80-214-4447-8
- [22] Why aren't artificial neural networks used for everything? *Quora* [online]. Mountain View (CA), USA: Quora, 2009 [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: <https://www.quora.com/Why-arent-artificial-neural-networks-used-for-everything>
- [23] Strojové učení. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Strojov%C3%A9\\_u%C4%8Den%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Strojov%C3%A9_u%C4%8Den%C3%AD)
- [24] Everything you need to know about Implicit Reaction Time (IRTs). *Dr Gemma Calvert* [online]. Singapore: Gemma Calvert, 2015 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://gemmacalvert.com/everything-you-need-to-know-about-implicit-reaction-time/>

## SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

3D	Trojrozměrný
4K	Horizontální Rozlišení 4000 pixelů
API	Application Programming Interface
CL	Class Libraries
CLR	Common Language Runtime
ČSOS	Český svaz orientačních sportů
GPS	Global Positioning System
GPRS	General Packet Radio Service
GPU	Graphic Processing Unit
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HW	Hardware
IOF	International Orienteering Federation
IP	Internet Protocol
IDE	Integrated Development Environment
LAN	Local Area Network
LED	Light-Emitting Diode
LLVC	Low Latency Video Codec
mDNS	multicast Domain Name System
NDI	Network digital interface
OS	Operační systém
PAL	phase alternating line
PC	Osobní počítač



PTZ	Pan-tilt-zoom
RFID	Radio Frequency Identification
RTMP	Real-Time Messaging Protocol
RTP	Real-time Transport Protocol
RTSP	Real Time Streaming Protocol
SDI	Serial digital interface
SEO	Search Engine Optimization
SIAC	SPORTident ActiveCard
SRR	short range radio
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
UPS	Uninterruptible Power Source
USB	Universal serial bus
VGA	Video Graphics Array
VKV	Velmi krátké vlny
VP	Výsledná priorita
WiFi	wireless fidelity
WPF	Windows Presentation Foundation
XAML	eXtensible Application Markup Language
XML	Extensible Markup Language

# SEZNAM PŘÍLOH

A Obsah přiloženého CD

58

## A OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

Na přiloženém CD se nachází elektronická verze této práce, zdrojové kódy a výsledné verze programů vMix Control a GPSReady.

```
/ ..... kořenový adresář přiloženého CD
├── prace.pdf ..... elektronická verze této práce
├── prilohy ..... zdrojové textové soubory
│   ├── GPSReady ..... složka programu GPSReady
│   │   ├── GPSReady ..... Zdrojové kódy programu
│   │   ├── GPSReady.exe ..... Výsledná verze programu
│   │   └── GPSReady.sln ..... Soubor Solution pro Visual Studio
│   └── VMIXcontrol ..... složka programu vMix Control
│       ├── VMIXcontrol ..... Zdrojové kódy programu
│       ├── VMIXcontrol.exe ..... Výsledná verze programu vMix Control
│       └── VMIXcontrol.sln ..... Soubor Solution pro Visual Studio
```